Analisa (cara modern)

ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN

ir. a. soedradjat s

Penerbit "NOVA"

Teguh S.
14 06 95

analisa (cara modern)

Anggaran Biaya Pelaksanaan

ir. a. soedradjat sastraatmadja

Penerbit NOVA
d/a kotak pos 469 Bandung

K A T A P E N G A N T A R

Sudah lama dirasakan perlunya suatu buku petunjuk yang lengkap untuk menghitung biaya konstruksi baik oleh penulis maupun oleh rekan-rekan yang bekerja di bidang pembangunan.

Selama ini kami berpegang pada buku BOW yang sudah tua,yang hanya dapat dipakai dalam pekerjaan padat karya dengan peralatan yang relatip sederhana.

Penulis membuat buku ini berdasarkan pengalaman selama bekerja baik sebagai bowheer,sebagai konsultan ataupun sebagai kontraktor. Dan juga diambil dari pembahasan-pembahasan dan petunjuk-petunjuk dalam rapat kerja di dapartemen PU, maupun seminar-seminar.

Penulis telah pernah membantu memperoleh tender-tender seharga milyaran rupiah dengan cara-cara yang dituliskan dalam buku ini.

Demikianlah mudah-mudahan buku ini ada manfaatnya untuk pembangunan di Indonesia.

Terima kasih kepada Ir. Sunggono KH yang telah mempersiapkan sehingga memungkinkan buku ini diterbitkan secepatnya.

Bandung, Maret 1984.

Penulis.

DAFTAR ISI

****

bab I

Penaksiran biaya pada umumnya

Penaksiran anggaran biaya adalah proses perhitungan volume pekerjaan, harga dari berbagai macam bahan dan pekerjaan yang akan terjadi pada suatu konstruksi.
Karena taksiran dibuat sebelum dimulainya pembangunan maka jumlah ongkos yang diperoleh ialah "taksiran biaya" bukan "biaya sebenarnya" atau actual cost.
Tentang cocok atau tidaknya suatu "taksiran biaya" dengan "biaya yang sebenarnya" sangat tergantung dari kepandaian dan keputusan yang diambil si penaksir berdasarkan pengalamannya.
Kepandaian atau ketrampilan dipakai memilih methoda yang dipakai, sedang pengalaman dipakai untuk mengambil keputusan yang tepat dalam cara-cara penyelesaian proyek yang akan dikerjakan.

Macam-macam penaksiran biaya :

Penaksiran biaya biasanya dihitung berdasarkan gambar-gambar dan spesifikasi-spesifikasi yang bersangkutan,

a. Penaksiran terperinci :

Dilaksanakan dengan cara menghitung volume dan harga-harga dari seluruh pekerjaan yang harus dilaksanakan, agar pekerjaan dapat diselesaikan secara memuaskan. Cara ini adalah cara yang terbaik dan dapat dipercaya. Ada 2 macam cara yaitu :

Cara harga satuan :
Dimana semua harga satuan, dan volume tiap-tiap jenis pekerjaan dihitung. Misalnya : $1 m^3$ beton bertulang harganya Rp. 205.000,– volume pekerjaan $100\ m^3$, maka biaya seluruhnya :
$100\ m^3$ x Rp. 205.000,– = Rp. 20.500.000,–

Cara harga seluruhnya :
Dimana dihitung volume dari bahan-bahan yang dipakai dan juga buruh yang dikaryakan.
Kemudian dikalikan dengan harga -harganya masing-masing, dan kemudian dijumlahkan seluruhnya.

b. Cara kasar :

Dimana pekerjaan dihitung setiap m^2 atau setiap m^2, jadi luas rumah $100\ m^2$ @ Rp. 75.000,– / m^2 berharga seluruhnya Rp. 7.500.000,-
Cara ini hanya untuk perkiraan secara kasar saja.
Suatu cara penaksiran biaya yang lengkap misalnya untuk suatu bangunan, harus termasuk didalamnya : harga tanah, biaya-biaya notaris, biaya perencanaannya, biaya kontraktor atau pelaksana, biaya subkontraktor, macam-macam biaya extra, bunga uang, assuransi, pajak-pajak dan lain sebagainya.
" Menaksir volume pekerjaan " ialah menghitung banyaknya bahan-bahan yang diperlukan seluruhnya.
Jawatan-jawatan biasanya sudah menyediakan formulir isian untuk satu jenis bangunan, sehingga bagi para kontraktor hanya tinggal mengisinya saja.
" Taksiran harga " bila dibuat oleh kontraktor biasanya dipakai untuk penawaran harga. Bila dibuat oleh konsultan, arsitek atau insinyur biasanya dipakai untuk mengecek perhitungan yang dibuat para kontraktor atau untuk permohonan biaya.
" Taksiran harga dari kemajuan pekerjaan " biasanya dibuat oleh konsultan setiap bulan digunakan untuk pembayaran pekerjaan yang telah diselesaikan oleh kontraktor, biasanya 10% atau 15% dari jumlah pembayaran ditahan oleh pemberi pekerjaan sebagai jaminan bahwa proyek agar diselesaikan sebaik-baiknya dan juga sebagai jaminan bila ternyata pembayaran lebih telah diterima kontraktor.
" Taksiran biaya terakhir " biasa dibuat oleh konsultan, bila pekerjaan sudah selesai. Tujuannya ialah untuk menghitung sisa uang yang harus dibayarkan kepada kontraktor, dan untuk mengetahui biaya proyek yang sesungguhnya.

Kwalifikasi seorang estimator atau penaksir biaya :
Seorang estimator harus mempunyai kwalifikasi sebagai berikut :

1. Mempunyai pengetahuan /pengalaman yang cukup mengenai detail dari cara pelaksanaan.
2. Pengalaman dalam bidang konstruksi.
3. Mempunyai sumber-sumber informasi untuk mengetahui, harga bahan dan dimana dapat diperoleh, jam kerja buruh yang diperlukan, suatu peralatan yang diperlukan, ongkos-ongkos, overhead, dan segala macam biaya tambahan.
4. Pengambilan kesimpulan yang tepat mengenai harga, untuk berbagai-bagai daerah yang berlainan, jenis pekerjaan, dan buruh yang berlainan.
5. Methode yang tepat untuk menaksir biaya.
6. Mampu menghitung secara teliti, berhati-hati dan menaksir biaya mendekati biaya sebenarnya.
7. Mampu menghimpun, memisah-misahkan dan memilih data yang berhubungan dengan pekerjaan.
8. Mampu membayangkan segala langkah untuk setiap jenis pekerjaan.

Suatu petunjuk yang baik akan banyak menolong seseorang menjadi estimator yang baik, petunjuk memakai methoda yang mana yang terbaik untuk dipakai, petunjuk bagaimana harus menghitung yang di perlukan, petunjuk apa saja yang harus dimasukkan kedalam taksiran harga dan peringatan-peringatan akan kesalahan -kesalahan yang mungkin dibuat.
Tetapi seseorang tidak dapat diberi petunjuk agar mempunyai pengalaman yang banyak seketika atau diberi petunjuk agar dapat mengambil keputusan yang selalu tepat, sebab pengalaman dan cara mengambil keputusan samasekali tergantung dari pengalaman dan kepribadiannya dalam cara mengambil keputusan itu.
Banyak orang yang cepat sekali belajar dari pengalamannya sendiri atau pengalaman -pengalaman orang lain, dan banyak juga yang lambat.
Juga banyak orang yang cepat dapat memperoleh cara mengambil keputusan yang tepat dari pengalamannya bekerja, tapi ada juga yang lambat dan memerlukan waktu yang lebih lama untuk menjadi mahir.

Pengumpulan data :

Pengumpulan data, memisah-misahkan dan mengolahnya adalah sangat penting untuk menghitung biaya secara tepat.

Seorang Estimator harus menyimpan data-data dari biaya-biaya proyek yang sudah selesai dikerjakan sebanyak-banyaknya. Data itu harus lengkap berisi harga-harga bahan-bahan dan volumenya, keadaan buruh setempat, tempat bekerja, upah-upah, cuaca, keterlambatan dan sebab-sebabnya, biaya-biaya extra yang harus dikeluarkan berhubungan dengan keadaan setempat. Semua data harus diarsipkan dengan rapih untuk dipakai sebagai petunjuk.

Meninjau lapangan :

Sebelum menghitung perkiraan biaya proyek, estimator terlebih dahulu harus meninjau lapangan, (atau menunjuk seseorang untuk meninjau lapangan), untuk mempelajari keadaan setempat. Misalnya bila bangunan yang akan dibuat itu besar ukurannya maka si peninjau lapangan harus melihat keadaan setempat dan tanah dimana bangunan akan didirikan, selidiki keadaan tanahnya, buatlah sketsa dari lapangan dengan menunjukkan hal-hal yang perlu diketahui, tentukan dimana kita akan membuat kantor lapangan, tempat penimbunan bahan-bahan, jalan masuk dan keluar proyek, apakah terdapat aliran listrik, air, juga hendaknya dipelajari mengenai peraturan setempat, fasilitas bank dan lalu lintas keuangan, keadaan jalan-jalan untuk mengangkut bahan-bahan dan buruh, bahan-bahan yang diperoleh setempat harganya dan cara pengirimannya. Pelajari kemungkinan mendapat buruh setempat, upahnya, keahliannya dan pengangkutannya. Juga pelajari apakah perlu dibuat bedeng-bedeng untuk tempat tinggal para buruh atau mungkin menyewa rumah penduduk akan lebih murah ongkosnya.

Lima hal yang pokok dalam menghitung biaya :

Perhitungan anggaran biaya biasanya terdiri dari 5 hal yang pokok

1. Bahan-bahan : Menghitung banyaknya bahan yang dipakai dan harganya.
2. Buruh : Menghitung jam kerja yang diperlukan dan jumlah biayanya.
3. Peralatan : Menghitung jenis dan banyaknya peralatan yang dipakai dan biayanya.
4. Overhead : Menghitung biaya-biaya tidak terduga yang perlu diadakan.
5. Profit : Menghitung prosentase keuntungan dari waktu, tempat dan jenis pekerjaan.

Pada beberapa macam pekerjaan kadang-kadang dari kelima hal diatas ada yang perlu diabaikan, misalnya pada penimbunan tanah. Tanah kadang-kadang tidak dibeli tetapi ongkos angkutnya dan pekerjaan pemadatannya yang mahal.

Menaksir harga bahan-bahan

Biasanya dibuat daftar bahan yang menjelaskan mengenai,banyaknya, ukuran, beratnya,dan ukuran-ukuran lain yang diperlukan. Seorang tukang ukur bahan atau disebut quantity surveyor biasanya membuat suatu daftar bahan yang diperlukan dan daftar ini dipakai oleh para pemborong untuk membuat penawaran harga.

Harga bahan yang dipakai biasanya harga bahan ditempat pekerjaan jadi sudah termasuk biaya angkutan, biaya menaikkan dan menurunkan, pengepakan, penyimpanan sementara digudang, pemeriksaan kwalitas dan asuransi.

Menaksir biaya buruh :

Biaya buruh sangat dipengaruhi oleh bermacam-macam hal seperti : panjangnya jam kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan sesuatu jenis pekerjaan, keadaan tempat pekerjaan, ketrampilan dan keakhlian buruh yang bersangkutan.

Biasa dipakai cara harian sebagai unit waktu dan banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan dalam satu hari ,tapi akhir-akhir ini banyak di pergunakan cara yang lebih memuaskan yaitu dengan cara tiap jam kerja karena panjang jam kerja dapat berlain-lainan ada yang 6, 7, 8 atau 9 sampai 10 jam per hari sudah biasa sekarang upah dihitung per jam.

Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu jenis pekerjaan tergantung dari keakhlian, sikap mental dari pekerja tersebut terhadap pekerjaan itu dan juga tergantung dari keadaan setempat. Dibeberapa negara ada juga peraturan buruh yang membatasi hasil pekerjaan setiap jam kerja.

Bila pekerjaan sedang banyak, buruh susah diperoleh, dan pekerjaan sangat mudah diperoleh bagi setiap orang , maka kemungkinan waktu yang diperlukan untuk mengerjakan sesuatu jenis pekerjaan akan lebih panjang dari pada jam rata-rata , dan sebaliknya.

Pemborong yang mempunyai buruh tetap biasanya mempunyai pengalaman berapa lama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu jenis pekerjaan.

Keadaan setempat dan peraturan-peraturan buruh kadang-kadang mempengaruhi besarnya upah, dan upah per jam dapat berubah-ubah

tergantung dari musim pekerjaan .
Beberapa penaksir harga mempergunakan cara mengalikan unit pekerjaan dengan upah buruh per unit pekerjaan. Cara ini kurang teliti karena buruh sangat berlainan ketrampilannya.
Cara yang lebih baik ialah dengan menaksir jumlah jam kerja yang diperlukan untuk tiap jenis pekerjaan yang dipisahkan dari upah buruh, kemudian hasilnya dikalikan dengan upah per jam atau per hari.

Menaksir alat-alat yang diperlukan :

Suatu peralatan yang diperlukan untuk suatu jenis konstruksi, haruslah termasuk didalamnya bangunan-bangunan sementara, mesin-mesin, alat-alat tangan (tools). Misalnya peralatan yang diperlukan untuk pekerjaan beton ialah mesin pengaduk beton, alat-alat tangan untuk membuat cetakan, memotong dan membengkok besi-besi tulangan, gudang dan alat-alat menaikkan dan menurunkan bahan, alat angkut, dan lain sebagainya. Semua peralatan dapat ditempatkan disatu tempat atau sebagian ditempat lain tergantung dari keadaan setempat.
Pemilihan jenis peralatan ini tergantung dari jenis peralatan yang sudah dipunyai oleh pemborong, kadang-kadang perlu dibeli peralatan yang baru. Suatu jenis alat kadang-kadang hanya dapat dipakai sekali saja, sedang jenis yang lain dapat dipakai lagi untuk proyek yang lain. Karenanya penaksiran biaya didasarkan kepada "masa pakai" dari mesin, lamanya mesin itu akan dipakai disuatu proyek dan besarnya pekerjaan yang harus dikerjakan.
Biaya peralatan termasuk juga biaya sewa, pengangkutannya, pemasangan alat, memindahkan, membongkar dan biaya operasi, juga dapat dimasukkan upah dari operator mesin dan pembantunya.
Unit cost dapat berdasarkan waktu atau hasil pekerjaan yang akan dikerjakan, misalnya ongkos tiap jam dapat dihitung dengan cara membagi jumlah ongkos pengadaan peralatan dengan jumlah jam dimana peralatan akan selalu berada di pekerjaan itu atau dengan cara membagi dengan jumlah jam kerja yang betul-betul dipakai untuk mengoperasikan peralatan itu.
Ada beberapa pemborong yang mempergunakan dua macam unit cost yaitu jam-jam kerja yang betul-betul alat-alat itu dipakai dan jam-jam dimana peralatan tidak dipakai. Biasanya biaya sewa 50%dari jam kerja peralatan dipakai.
Bila unit cost berdasarkan hasil pekerjaan maka jumlah ongkos operasi dibagi dengan jumlah hasil pekerjaan yang harus dikerjakan, misalnya untuk pembuatan sebuah jembatan beton, maka jumlah biaya peralatan

dibagi dengan m^3 dari beton yang dipakai maka didapat harga peralatan tiap m^3 beton.

Menaksir biaya tidak terduga atau overhead :

Biaya tidak terduga biasanya dibagi dua bagian yaitu : biaya tidak terduga umum dan biaya tidak terduga proyek.
Biaya tidak terduga umum biasanya tidak dapat segera dimasukkan kesuatu jenis pekerjaan dalam proyek itu misalnya : sewa kantor, peralatan kantor dan alat tulis menulis, air, listrik telepon, asuransi, pajak, bunga uang, biaya-biaya notaris, biaya perjalanan, dan pembelian berbagai macam barang-barang kecil. Dapat juga dimasukkan kedalam biaya umum ini ialah gajih karyawan, atau sebagian dari gajih karyawan.
Biaya tidak terduga proyek ialah biaya yang dapat dibebankan kepada proyek tetapi tidak dapat dibebankan kepada biaya bahan-bahan, upah buruh atau biaya alat-alat seperti misalnya : asuransi, telepon yang dipasang diproyek, pembelian tambahan dokumen kontrak pekerjaan, pengukuran (survey), surat-surat izin, honorarium : arsitek dan insinyur, sebagian dari gajih pengawas proyek dan lain sebagainya.
Ada yang memasukkan pajak upah dan asuransi kedalam biaya tidak terduga, tetapi ada juga yang memasukkan kedalam upah buruh.
Dalam hal diatas termasuk juga asuransi jiwa, tunjangan kesehatan, dan tunjangan lainnya. Hal-hal tersebut diatas dapat berkisar antara 8 sampai 25% dari upah buruh.
Jumlah biaya tidak terduga dapat berkisar antara 12 sampai 30% dari jumlah harga bahan, upah buruh dan ongkos alat-alat atau antara 12 sampai 50% dari upah buruh tergantung dari jenis pekerjaan dan keadaan setempat.

Menaksir keuntungan atau profit :

Biasanya euntungan dinyatakan dengan prosentase dari jumlah biaya berjumlah sekitar 8 sampai 15% tergantung dari keinginan pemborong untuk mendapatkan proyek itu atau yang dia pikir pantas untuk mendapatnya.
Untuk proyek kecil biasa diambil 15%, untuk proyek sedang diambil 12,5% dan untuk proyek raksasa diambil sekitar 8%.
Prosentase ini juga tergantung dari besarnya resiko pekerjaan, kesukaran-kesukaran yang akan timbul yang tidak tampak, dan dari cara pembayaran dari pemberi pekerjaan.

Sumber-sumber kesalahan :

Kesalahan-kesalahan pada waktu menghitung dapat saja terjadi dari misalnya : kesalahan aritmatik, yaitu penjumlahan, perkalian, pembagian dan angka dibelakang koma, lupa memasukkan suatu jenis bahan, upah atau peralatan atau biaya tidak terduga, kerenanya pekerjaan harus dikontrol dengan daftar peringatan (reminder list). Contoh dari kesalahan itu misalnya satu pemborong lupa memasukkan bunga uang yang dipinjamnya, yang lain lupa memasukkan biaya assuransi, yang lain lagi lupa menambahkan gajih dari mandor-mandornya.

Memeriksa taksiran harga :

Semua perincian sebaiknya diperiksa kembali oleh si penghitung sendiri atau baiknya oleh orang lain. Juga harus diperiksa kembali spesifikasi kontrak yang mungkin ketinggalan.

bab II

Mengangkat, menurunkan dan mengangkut bahan

Mengangkat, menurunkan dan mengangkut bahan-bahan untuk konstruksi kadang-kadang merupakan pembiayaan yang besar. Pekerjaan yang dilakukan adalah : menurunkan, mengangkat, menimbun, menimbun kembali dan mengangkut. Pekerjaan ini dapat dilakukan dengan tangan atau dengan alat berat atau kombinasi dari keduanya.
Biaya untuk pekerjaan ini dapat dibagi empat bagian yaitu :
Upah buruh, alat-alat, biaya tidak terduga (overhead) dan keuntungan (profit)

Upah buruh :
Biasanya biaya dikeluarkan untuk menurunkan, mengangkat dan menimbun atau menyusun di tempat penyimpanan, juga termasuk upah operator alat berat untuk mengangkat, menurunkan, supir truck, mandor dan sebagainya.

Pajak upah dan assuransi didalam pekerjaan ini biasanya berkisar antara 8 sampai 16% dari jumlah upah.

Biaya alat-alat.
Alat-alat yang dipergunakan untuk pekerjaan ini ialah : Shovel, forklift

kran-kran pengangkat, traktor, pita berjalan (conveyor), derek-derek, jalan sementara, juga alat-alat tangan seperti : Singkup, cangkul, gergaji, palu, kapak dan lain-lain. Juga alat angkut tangan seperti : roda dorong, roda tiga dan lain-lain kadang-kadang dipergunakan.
Alat-alat pengangkut dengan tangan umurnya biasanya tidak sampai lebih dari satu tahun kadang-kadang sebelum satu tahun sudah rusak atau hilang.
Seorang pemborong untuk pekerjaan angkutan ini dapat melakukan sendiri atau menyewa alat-alat transport atau mengontrakkannya kepada yang lain.

Biaya tidak terduga dan keuntungan :

Biaya tidak terduga dapat diambil sebagai prosentase dari upah buruh dan penyediaan alat-alat. Bila berdasarkan upah saja maka biaya tak terduga berkisar antara 10 sampai 30%. Bila berdasarkan jumlah upah dan alat-alat maka akan berkisar antara 6 sampai 20%.
Keuntungan diambil sebagai prosentase dari seluruh biaya, biasanya berkisar antara 8 sampai 15%.

Kesimpulan : Jadi biaya proyek seluruhnya adalah jumlah dari biaya upah buruh, bahan-bahan, sewa alat-alat, biaya tidak terduga dan keuntungan.

Menurunkan, menaikkan dan menimbun dengan tangan.

Banyak sekali pekerjaan konstruksi yang mempergunakan buruh untuk tujuan diatas.
Waktu yang diperlukan untuk mengambil, menaruh kembali tergantung dari beratnya bahan tersebut, ukurannya, jenis bahannya juga tergantung dari ketrampilan orangnya dan pengawasannya.
Setengah menit biasanya waktu yang diperlukan untuk mengambil barang dan satu menit diperlukan untuk menaruh dan menyusunnya. Waktu tersebut adalah angka rata-rata, kemungkinan lebih lama atau lebih pendek tergantung dari barangnya dan keadaan setempat.
Berat barang yang dapat diangkat oleh kebanyakan orang rata-rata 45 kg.Barang yang lebih berat dapat diangkat oleh 2 atau 3 orang tapi barang yang ringan dan bentuknya besar kadang-kadang harus diangkat oleh lebih dari 1 orang.

Pada tabel 2 – 1 dibuat daftar kemampuan mengerjakan angkatan dengan tangan menurut penyelidikan di Amerika.

TABEL 2 – 1 : Waktu yang diperlukan untuk mengambil, melangkah beberapa langkah ($\pm$ 3 m), dan menaruh bahan atau menyusunnya.

Bahan	Beban Satu Orang	Banyaknya bahan tiap jam		Waktu yang diperlukan untuk mengerjakan 1000 x satuan bahan	
		Mengambil dan meletakkan	Mengambil dan menyusun	Mengambil dan meletakkan	Mengambil dan menyusun
1. Semen	1 sak	100 – 170	70 – 125	6 – 10	8 – 14
2. Batu block dan jubin					
a. Besar	1 buah	100 – 170	70 – 125	6 – 10.	8 – 14
b. Kecil	2 buah	140 – 250	115 – 200	4 – 7	5 – 9
3. Bata	2 – 4 buah	400 – 700	300 – 500	1,5 – 2,5	2 – 3,5
4. Besi beton					
a. Ikatan	22 – 55 kg	1600 – 4545	905 – 2275	0,1 – 0,3	0,2 – 0,5
b. Lepas	18 – 45 kg	1130 – 2275	685 – 1600	0,2 – 0,4	0,3 – 0,7
5. Kayu	0,04 – 0,09 m^3 (0,0023 m^3 satuannya)	2,75 – 8,00	1,85 – 5,75	0,3 – 0,8	0,4 – 1,2

Contoh 1 :

Hitunglah taksiran biaya yang diperlukan untuk menurunkan semen sebanyak 800 zak dari truck pengangkut dan menimbunnya digudang. Upah buruh adalah Rp. 1.250,– per hari atau Rp. 156,25 per jam bila jam kerja adalah 8 jam sehari. Truck pengangkut diparkir di depan pintu gudang. Jarak rata-rata angkutan adalah 5 m. Pajak upah dan assuransi 10% dari upah.

Jawab :

Dianggap pekerja yang rajin maka dari tabel 2 – 1 diambil 12 jam untuk 1.000 zak semen.

Jadi waktu yang diperlukan $\frac{800}{1.000}$ x 12 jam = 9,6 jam

Upah yang harus dibayar Rp. 156,25 x 9,6 x 1,1 = Rp. 1.650,–

Contoh 2 :

Hitunglah taksiran biaya untuk memindahkan 8.500 buah bata dari sebuah truck ke truck yang lainnya. Truck diletakkan belakang membelakangi sedekat mungkin. Upah buruh Rp. 156,25 per jam. Pajak upah dan assuransi 10% dari upah.

Jawab :

Dari tabel 2 – 1 didapat untuk pekerja biasa untuk 1.000 buah bata waktu yang diperlukan 1,5 jam.

Jadi waktu yang diperlukan $\frac{8.500}{1.000}$ x 1,5 = 12,75 jam kerja.

Biaya yang harus dibayar = 12,75 x Rp. 156,25 x 1,1

= Rp.2.191,41

Contoh 3 :

Hitunglah taksiran biaya untuk menutunkan kayu sebanyak 150 m^3 dari truck pengangkut ke atas tanah, ukuran kayu tebal 2,5 cm x 5 cm dan 2,5 cm x 7,5 cm, panjang rata-rata 4,00 m. Upah diambil seperti soal diatas.

Jawab :

Dianggap dikerjakan berdua. Dari tabel untuk bahan 0,0023 x 1.000 = 2,3 m^3 diperlukan 0,8 jam, karena 2 orang maka waktu yang diperlukan adalah 0,4 jam.

Waktu yang diperlukan = $\frac{150}{2,3}$ x 0,8 = 52, 18 jam kerja

Jadi biaya yang diperlukan :
52,18 x Rp. 156,25 x 1,1 = Rp. 8968,45

Dari perhitungan diatas ternyata lebih mudah menghitung upah tiap jam kerja karena buruh dapat bekerja 6 atau 7 atau 8 jam sehari atau lebih. Biasanya lebih dari 8 jam diperhitungkan kerja lembur bila upah dibayarkan per hari, tentunya perhitungan akan sedikit berbeda.

Pekerjaan dengan singkup (shovel) :

Biaya untuk pekerjaan ini tergantung dari jenis bahan, keadaan bahan apakah basah, kering atau padat, tinggi angkat, jenis singkup yang dipakai, dan juga ketrampilan pekerja dan letak dari pada bahan terhadap pekerja.

Keadaan tempat pekerjaan seperti, dapat teguh berdiri dan kebebasan bergerak mempengaruhi juga hasil kerja.
Kehadiran seorang mandor atau pengawas sangat mempengaruhi hasil kerja. Bila pekerjaan kecil mandor dapat ikut bekerja tapi bila pekerjaan besar maka pengawasan dan petunjuk-petunjuknya akan lebih berguna dari pada ikut menyingkup.
Hasil yang dicapai sangat berlainan dari satu tempat ke tempat yang lainnya.
Akan lebih mudah menyingkup bahan dari tempat yang datar dan rata dari pada menyingkup bahan dari tempat yang kasar atau berlumpur.
Maka singkup harus disesuaikan dengan keadaan baik ukuran maupun bentuknya. Sebelum pekerjaan menyingkup dapat hasil yang efficien, tentu caranya harus dipelajari dulu.
Bila pekerjaan menggunakan singkup ini cukup besar, maka mandor pekerjaan dapat mengusulkan agar dipergunakan jenis singkup yang berlainan untuk jenis bahan yang lain. Singkup harus mempunyai bentuk dan ukuran sehingga dapat menyendok bahan seberat 10 kg.
Tabel 2 – 2 memuat daftar pekerjaan dengan singkup untuk keadaan pekerjaan yang berbeda dan ketrampilan orang yang berlainan pula.
Bila tinggi angkat melebihi 1,8 meter, maka diperlukan membuat platform sehingga tinggi angkat tidak melebihi 1,50 meter.
Pada tabel 2 – 3 diberikan daftar berat dari bermacam-macam bahan yang tentunya tergantung dari kepadatannya dan tergantung basah atau keringnya bahan tersebut.

Contoh 1 :

Buatlah taksiran biaya untuk upah menurunkan kerikil dari gerbong kereta api barang sebanyak 45 ton. Dipergunakan singkup. Kerikil dipindahkan ke truck pengangkut. Upah buruh Rp. 156,25 tiap jam, belum termasuk pajak dan assuransi sebesar 10%.

Jawab :

Dianggap tidak ada keterlambatan dan pekerja cukup trampil 1 ton bahan diperlukan waktu 0,75 jam kerja (dari tabel 2 – 2)
Jadi upah = Rp. 156,25 x 0,75 x 45 x 1,1 = Rp. 5.800,78

Tabel 2 – 2 Pekerjaan dengan singkup (shovel)

JENIS BAHAN	JENIS PEKERJAAN	M^3		TON	
		M^3 / JAM / ORANG	JAM KERJA / M^3	TON / JAM / ORANG	JAM KERJA / TON
1. Pasir	Dari truck ke tanah dari truck ke truck lainnya, atau dari timbunan ke timbunan yang lain, pada ketinggian yang sama.	1,100 – 2,20	0,270 – 0,540	2,00 – 4,00	0,25 – 0,50
2. Batu pecah		0,750 – 1,75	0,300 – 0,750	1,25 – 3,00	0,35 – 0,80
3. Kerikil		0,750 – 1,75	0,300 – 0,750	1,25 – 3,25	0,30 – 0,80
4. Debu		1,500 – 3,00	0,200 – 0,375	1,75 – 3,50	0,30 – 0,60
5. Tanah permukaan		0,850 – 2,00	0,270 – 0,600	1,65 – 3,50	0,30 – 0,60
1. Pasir	Dari tanah ke truck pengangkut dengan tinggi angkat 1,20 m atau kurang	0,850 – 1,75	0,300 – 0,600	1,65 – 3,50	0,30 – 0,60
2. Batu pecah		0,550 – 1,70	0,340 – 0,950	0,90 – 2,75	0,35 – 1,10
3. Kerikil		0,550 – 1,70	0,340 – 0,950	0,95 – 3,00	0,35 – 1,05
4. Debu		1,100 – 2,65	0,230 – 0,500	1,25 – 3,25	0,30 – 0,80
5. Tanah permukaan		0,750 – 1,75	0,300 – 0,750	1,35 – 3,35	0,30 – 0,75
6. Tanah sedang		0,550 – 1,50	0,375 – 0,950	1,00 – 2,65	0,40 – 1,00
7. Tanah keras		0,450 – 1,10	0,500 – 1,250	0,80 – 2,00	0,50 – 1,25
8. Tanah cadas		0,375 – 0,85	0,600 – 1,500	0,70 – 1,65	0,60 – 1,45
1. Pasir	Dari tanah ke truck pengangkut dengan tinggi angkat dari 1,20 m sampai 1,80 m	0,550 – 1,50	0,375 – 0,950	1,00 – 2,75	0,35 – 1,00
2. Batu pecah		0,375 – 1,30	0,450 - 1,500	0,65 – 2,25	0,45 – 1,50
3. Kerikil		0,375 – 1,30	0,450 – 1,500	0,65 –2,50	0,40 – 1,50
4. Debu		0,750 – 2,20	0,270 – 0,750	0,85 – 2,75	0,35 – 1,20
5. Tanah permukaan		0,500 – 1,50	0,375 – 1,100	0,85 – 2,75	0,35 – 1,20
6. Tanah sedang		0,375 – 1,10	0,500 – 1,500	0,65 – 2,00	0,50 – 1,55
7. Tanah liat		0,300 – 0,85	0,600 – 1,750	0,55 – 1,65	0,60 – 1,80
8. Tanah cadas		0,230 – 0,75	0,750 – 2,350	0,40 – 1,35	0,75 – 2,50

TABEL 2 – 3 :

Bahan	berat tiap m^3 (kg)
Pasir	1.000 – 1.365
Kerikil (diayak)	1.000 – 1.275
Kerikil (dari sumber)	1.100 – 1.955
Batu Pecah	910 – 1.225
Debu	725 – 1.135
Tanah permukaan	1.000 – 1.275

Menurunkan dan menaikkan bahan dengan alat-alat berat :

Ada bermacam-macam alat-alat yang dapat dipergunakan untuk keperluan ini. Alat-alat ini dapat dikelompokkan sebagai berikut : Jenis yang menggunakan ban berjalan (belt) atau yang menggunakan sendok penyodok (backet loader), keran-keran, derek dan lain yang menggunakan kabel seperti dragline.

Yang paling baik tentunya dikelompokan berdasarkan kapasitas tiap jam.

Bila tidak ada data yang lain maka, data alat-alat dari pabrik dapat dipakai sebagai dasar. Dilapangan biasanya jam kerja berbeda dan berkisar antara ¼ sampai ¾ jam dari jam-jam kerja yang diperhitungkan disebabkan oleh pemindahan alat berat yang memakan waktu dan reparasi alat-alat, menunggu datangnya alat angkut dan sebab-sebab yang lain.

Jadi untuk menentukan jam kerja yang diperlukan, harus diketahui terlebih dahulu, berat muatan untuk satu gerakan alat berat, dan berapa kali gerakan yang dapat dilakukan tiap menitnya atau tiap jam.

Sangat sukar untuk mendapatkan angka yang tepat sekali karena tergantung dari bermacam-macam hal seperti keadaan alatnya sendiri, operatornya, keadaan bahan dan juga keadaan setempat.

Ban berjalan (belt converyor) mempunyai lebar 45 cm, 60 cm atau 75 cm dengan panjang yang bermacam-macam pula.

Sendok penyodok juga ukurannya bermacam-macam berkisar dari 0,75 sampai 6 m^3.

Traktor beroda empat dengan sendok penyodok didepan mempunyai ukuran dari 0,25 m^3 sampai 1,5 m^3.

Traktor dengan roda rantai mempunyai sendok penyodok dari 0,25m^3 sampai 7 m^3 atau lebih, tergantung dari besarnya tenaga mesin.

Motor babi (Forklift) beroda empat mempunyai kapasitas angkat dari

500 kg sampai 7500 kg, tinggi angkat dari 3m, 4,5 m sampai 6 m dengan kecepatan 30 km/jam.
Traktor dengan roda rantai mempunyai kapasitas cangkul (shovel) dari 0,3 m^3 sampai 3,5 m^3.
Keran yang dipasang ditruck mempunyai kapasitas sampai 25 ton dengan jari-jari putar 3 m, sedang keran dengan roda rantai mempunyai kapasitas sampai 25 ton atau lebih dengan jari-jari putar dari 3 sampai 14 m.
Alat penggenggam (clamshell) mempunyai kapasitas dari 0,25 m^3 sampai 3 m^3.
Derek mempunyai kapasitas yang bermacam-macam dari 2 sampai 50 ton dengan lengan angkat sepanjang 10 sampai 15 m.
Alat keruk dengan rantai (crawler dragline) mempunyai kapasitas sampai 3m^3.
Bila mengangkat bahan yang lepas seperti pasir atau kerikil dengan menggunakan penyodok atau sekop atau keran biasanya hasil kerjanya 4 kali angkat setiap menit.
Alat berat yang kecil bergerak lebih lincah dari pada yang besar.
Kapasitas angkat ini juga tergantung dari cara gerakan dari alat-alat berat.

TABEL 2 – 4 : Kapasitas angkut rata-rata dari alat berat dengan sekop (shovel) dan penyodok (bucket), untuk bahan yang lepas (pasir, kerikil).

No	KAPASITAS SENDOK m^3	m^3 / Jam	WAKTU YANG DIPERLUKAN UNTUK 1.000 M^3 (JAM)
1.	0,375	22,50 – 76,00	43,80 – 13,15
2.	0,475	28,50 – 87,50	35,13 – 11,45
3	0,575	34,00 – 98,50	29,21 – 10,13
4.	0,750	45,50 – 122,0	21,97 – 8,160
5.	0,950	57,00 – 145,0	17,50 – 6,970
6.	1,150	68,50 – 170,0	14,61 – 5,920
7.	1,350	79,50 – 185,0	12,50 – 5,390
8.	1,500	91,00 – 205,0	10,92 – 4,870
9.	2,000	110,0 – 243,0	9,080 – 4,080
10.	2,250	129,0 – 281,0	7,760 – 3,550
11.	3,000	160,0 – 350,0	6,320 – 2,890
12.	3,500	190,0 – 415,0	5,260 – 2,570

Setiap mesin memerlukan pelayanan manusia. Sebuah alat berat dengan sekop akan memerlukan seorang operator dan satu atau dua orang buruh untuk menolong dalam pengoperasian alat dan menyodok bahan dengan tangan bila perlu.
Bahan-bahan seperti bata, batu block, kantong-kantong semen, jubin dalam dus dan lain-lain dapat ditumpuk diatas pallet. Menggunakan pallet dan motor babi (forklift) menghemat tenaga buruh, waktu dan ongkos menaikkan, menurunkan,menumpuk dan memindahkan didalam gudang atau dilapangan.
Pada tabel 2 – 5 ditunjukkan bermacam-macam alat yang dipergunakan untuk mengangkut dan mengelola bahan-bahan.
Untuk menghitung ongkos penggunaan alat-alat berat diterangkan di bab lain.

Contoh 2 :

Hitunglah biaya untuk memuat kerikil sebanyak 638 m^3 dari tempat penimbunan kedalam truck yang mempunyai kapasitas 3 m^3 ,dengan menggunakan alat berat dengan sekop yang berkapasitas 0,75 m^3.

Jawab :

Alat berat dengan sekop ini dapat memuat 3 kali tiap menit.
Jadi waktu yang diperlukan ialah 1,33 menit untuk memuat truck tersebut.
Ditaksir waktu yang diperlukan 1,17 menit untuk sebuah truck penuh muatan meninggalkan tempat dan truck kosong masuk untuk diisi .
Jadi waktu yang diperlukan untuk mengisi penuh sebuah truck

adalah 1,33 + 1,17 = 2,5 menit, maka sebanyak $\frac{60}{2,5} = 24$ truck

dapat diisi setiap jamnya.
Jadi waktu yang diperlukan untuk memuat 638 m^3 :

$$\frac{638}{24 \times 3} = 8,86 \text{ jam.}$$

Sewa alat berat tersebut diatas diambil Rp. 12.250,–/jam sudah termasuk operator (diterangkan di bab yang akan datang).
Maka biaya operasi = 8,86 jam x Rp. 12.250,– =Rp. 108.535,–

Mengangkut bahan dengan tangan :

Mengangkut dengan tangan biasanya kurang cepat, tetapi hal ini dilakukan bila keadaan memaksa. Hal ini sangat tergantung dari jenis bahan dan letaknya barang baik vertikal maupun horizontal.
Rata-rata seorang buruh dapat mengangkut bahan seberat 45 kg dengan kecepatan berjalan 1,6 km/jam, bila barang itu bentuknya besar dan tidak normal maka berat yang dapat dipikul kurang dari 45 kg dan mungkin harus diangkat oleh lebih dari satu orang.
Tetapi orang dapat pula berjalan dengan kecepatan sampai 3,2 km/jam atau 4 km/jam bila keadaannya mengizinkan.
Menaruh dan mengangkat bahan dianggap rata-rata 1 menit lamanya .

Contoh :

Hitunglah biaya untuk mengangkut 220 zak semen (1 zak beratnya 40 kg), jarak angkutnya 40 m.
Upah buruh Rp. 156,25 /jam belum termasuk pajak upah dan assuransi yang besarnya ± 10%

Jawab :

Waktu yang diperlukan untuk mengangkut satu zak, pulang dan

pergi $= 1 + \frac{40}{1.600} \times 60 \times 2$ menit $= 1 + 1,5 \times 2 = 4$ menit

Waktu yang diperlukan untuk mengangkut 220 zak = 220 x 4
= 880 menit
atau 14,6 jam

Biaya yang diperlukan : 14,6 jam x Rp. 156,25 = Rp. 2281,25 + Rp. 2281,25 x 10% = Rp. 2509,38

Mengangkut bahan dengan kendaraan dan alat angkut :

Kendaraan yang besar dipakai oleh para pelaksana pekerjaan ialah truck dump truck, traktor, scraper, gerobak tarik, dan gerobak dorong (wheelbarrow).
Biaya angkutan tergantung dari ongkos sewa kendaraan dan pengoperasiannya yaitu biaya menaikkan dan menurunkan bahan, kecepatan kendaraan dan hambatan-hambatan yang mungkin terjadi.
Kapasitas sebenarnya dari alat angkut biasanya diambil 80% dari kapasitas tercantum pada alat angkut tersebut, karena adanya variasa pada muatan dan cara-cara memuatnya, sedang kecepatan bergerak sangat tergantung dari keadaan jalan, kepadatan lalu lintas, keadaan kendaraan itu sendiri dan lain-lain.
Jadi agar anggaran biaya lebih mendekati kenyataan maka orang yang menghitung biaya itu harus mengenal dengan baik faktor-faktor diatas terlebih dahulu.

Menghitung biaya angkutan :

Menghitung biaya angkutan dengan menggunakan truck dapat dibagi menjadi 4 bagian :

1. Hitung ongkos penggunaan truck tiap jam termasuk sewa, biaya operasi, pengemudi dan biaya tambahan lainnya.
2. Hitung waktu yang diperlukan untuk satu kali angkut pulang pergi termasuk memuat dan menurunkan muatan, hambatan-hambatan, kecepatan kendaraan waktu penuh muatan dan kosong. Kecepatan jalan tergantung dari trucknya sendiri, dari keadaan jalan, dari pengemudi dan kepadatan lalu lintas.
3. Hitung biaya untuk tiap sekali angkut atau biaya tiap jam dikalikan jam perjalanan tiap sekali angkut.
4. Dihitung unit cost dengan membagi biaya tiap sekali angkut dengan kubikasi atau tonase bahan yang diangkut.

Seorang estimator yang kurang pengalaman biasanya cenderung untuk menghitung kecepatan terlalu tinggi dan terlalu sedikit menghitung waktu yang terbuang . Waktu yang longgar harus diambil untuk menaikkan dan menurunkan muatan.
Waktu yang terbuang terjadi waktu menunggu muatan, menunggu menurunkan muatan, ban kempis, mesin mogok atau kecelakaan . Dapat diambil rata-rata waktu yang terbuang kira-kira 10 menit untuk setiap sekali angkut.

Contoh 1 :

Hitunglah biaya angkutan semen tiap zak dari gudang stasiun kereta api barang ke tempat pekerjaan, apabila kapasitas angkut sebuah truck 120 zak. Upah supir & truck Rp. 2500,–/jam. Kecepatan rata-rata 40 km/jam. Jarak angkut 12 km. Waktu untuk menaikkan semen 12 menit juga waktu untuk menurunkan. Kehilangan waktu sebanyak 16 menit tiap satu kali angkut. Karena menunggu giliran, memarkir truck, dan lain-lain.

Pada tabel 2 – 5 dibawah ini disajikan kapasitas dari bermacam-macam kendaraan untuk mengangkut bahan berdasarkan perkiraan rata-rata.

JENIS KENDARAAN / ALAT ANGKUT	KAPASITAS m^3 atau ton	JARAK ANGKUT EKONOMIS m	WAKTU , MENIT		KECEPATAN M / MENIT KM / JAM	
			MENAIKKAN	MENURUNKAN	BERMUATAN	KOSONG
1. Gerobak dorong * (wheel barrow)	0,05 – 0,12	sampai 50,00	1,0 – 3,0	0,2 – 0,4	20 – 40	30 – 55
2. Gerobak tarik *	0,05 – 0,12	sampai 50,00	1,0 – 3,0	0,2 – 0,4	20 – 40	30 – 55
3. Alat berat dengan singkup						
a. Roda empat	0,25 – 1,50	sampai 500,0	0,5 – 1,0	0,2 – 0,5	6,5 – 24	9,6 – 32
b. Roda rantai	0,25 – 6,50	sampai 500,0	0,5 – 1,3	0,2 – 0,7	4,8 – 19	6,5 – 24
c. Motor babi ** (Forklift)	0,50 – 8,00	sampai 500,0	0,3 – 1,0	0,3 – 1,0	4,8 – 24	8,0 – 32
4. Truck ***	1,50 – 15,0	lebih 175,0	1,0 – 3,0	0,5 – 2,0	16 – 72	24 – 96
5. Trailer truck ***	2,25 – 20,0	lebih 350,0	2,0 – 6,0	1,0 – 3,0	16 – 64	24 – 72
6. Truck gandengan ***	2,25 – 30,0	lebih 350,0	2,0 – 6,0	1,0 – 3,0	16 – 55	24 – 76
7. Ditarik Traktor ***	2,25 – 20,0	lebih 1000	1,0 – 3,0	0,3 – 1,0	6,5 – 19	8,0 – 24

* = Dalam m / menit, diisi dengan tangan kecuali yang lain dengan alat berat.
** = Kapasitas forklift dalam ton.
*** = Traktor dan truck dapat menarik gandengan lebih dari satu buah tergantung keadaan setempat.

Jawab :

Satu kali angkut menempuh jarak : 2 x 12 km= 24 km
Waktu yang diperlukan dengan kecepatan 40 km / jam :

$\frac{24}{40}$ x 1 jam = 36 menit tiap satu kali angkut

Waktu seluruhnya : 12 + 12 + 16 + 36 = 76 menit
= 1,26 jam
Biaya satu kali angkut = 1,26 x Rp. 2.500,– = Rp. 3.150,–
Biaya angkut 1 zak semen = Rp. 3.150,– : 120 = Rp. 26,25

Contoh 2 :

Hitunglah biaya angkutan kerikil sebanyak 100 m^3 dari tempat penimbunan ke tempat pekerjaan yang jaraknya 10 km. Kapasitas truck 5 m^3 Ongkos sewa kendaraan dengan supirnya Rp. 2500,–/jam. Kecepatan rata-rata 45 km/jam. Truck diisi dengan alat berat dan muatan diturunkan secara mekanis (dump truck). Waktu yang diperlukan untuk pergi dan pulang dengan kecepatan 45 km/jam ialah 24 menit.
Ditaksir waktu yang diperlukan untuk memuat 3 menit, menurunkan 2 menit, dan waktu menunggu 4 menit.

Jawab :

Waktu yang diperlukan satu kali angkut :
3 + 2 + 4 + 24 = 33 menit
= 0,55 jam
Sewa satu kali angkut = Rp. 2.500,– x 0,55 = Rp. 1.375,–
Jumlah angkut = 100 m^3 : 5 m^3 = 20 kali.
Jumlah biaya angkutan = 20 x Rp. 1.375,– = Rp. 27.500,-

Biaya tiap m^3 = $\frac{\text{Rp. } 27.500,–}{100}$ = Rp. 275,–

Angkutan bahan secara vertikal :

Cara ini dapat menggunakan tangan dengan tangga bagi bahan yang kecil-kecil, dengan gerobak dorong atau alat-alat pengangkat dengan tangan, untuk yang berat -berat dipergunakan derek pengangkat dengan motor dan elevator.

Cara yang dipilih tergantung dari jenis bahan, alat yang tersedia dan keadaan setempat.

Dengan tangan :

Seorang buruh dapat mengangkat sekitar 45 kg, naik turun dengan kecepatan gerak ± 30 m/menit. Makin tajam sudut naik maka sedikit beban yang dapat diangkat dan makin lambat gerakannya. Kecepatan gerak naik secara vertikal ± 8 sampai 12 m/menit.

Kecepatan angkat, turun naik tangga biasanya sekitar 13 sampai 23 m / menit bila tangga diletakkan miring.

Dengan alat tangan :

Seorang buruh dapat mendorong gerobak dorong (wheel barrow) atau gerobak tarik dengan kecepatan sekitar 23 – 34 m/menit, bila jalan miring, atau 7 sampai 13 m/menit bila diukur vertikal.

Dengan derek tangan :

Derek tangan yang menggunakan tackle dan block kayu biasa dilayani 2 orang atau lebih dapat mengangkat beban yang cukup berat tanpa menggunakan motor.

Kapasitas yang dapat diangkat tergantung dari kecakapan buruhnya, jenis bahan, keadaan setempat dan efficiency dari alat tersebut.

Ditaksir tenaga 1 orang sama dengan $\frac{1}{6}$ Tenaga kuda, jadi satu orang tenaga kerja dapat menghasilkan kerja sebesar $\frac{4.575}{6}$ kg m = 762 kg m tiap menit atau 45,750 kg m kerja dalam 1 jam. Sebagian dari enersi itu dipakai untuk mengangkat tempat bahan, sebagian lagi untuk mengatasi gaya gesek baru sisanya untuk mengangkat bahan itu sendiri.

Jadi enersi yang dipakai untuk mengangkat bahan itu serdiri hanya sekitar 25% sampai 75% dari enersi total, jadi kerja yang sesungguhnya besarnya sekitar 11.000 sampai 34.000 kgm saja.

Jadi seorang tenaga buruh dapat mengangkat beban sebesar 1800 kg sampai 5680 kg bahan setinggi 6 m dalam tempo 1 jam.

Biaya mengangkat dengan tenaga tangan tergantung dari upah tiap jam, biaya alat itu tiap jamnya dan biaya tambahan lainnya. Biaya alat itu sendiri sangat kecil.

Mengangkat dengan mesin :

Banyaknya bahan yang dapat diangkat tiap satuan waktu tergantung dari kekuatan mesinnya jarak angkat, kecepatan bergeraknya, dan lamanya

memuat dan menurunkan dan jenis bahan yang diangkat.

Biaya alat angkat termasuk biaya sewa, biaya transport alat tersebut, memasang alat dan membongkarnya, dan menjalankannya.

Bila menghitung biaya alat angkat dengan mesin, maka dipakai cara sebagai berikut :

1. Hitung jam kerja yang diperlukan oleh alat angkat tersebut.
2. Hitung sewa alatnya setiap jam.
3. Hitung sewa alat seluruhnya yaitu , jam kerja x sewa /jam.
4. Hitung ongkos transportnya dan biaya bongkar pasangnya.
5. Hitung upah buruhnya ditambah pajak upah dan assuransi.
6. Hitung biaya-biaya tambahan (overhead cost).
7. Hitung keuntungan (profit) yang diinginkan.
8. Jumlah seluruh biaya diatas.
9. Hitung unit cost (bila perlu) dengan membagi seluruh jumlah biaya dibagi jumlah bahan yang diangkut.

Lain-lain cara mengangkut bahan :

Ada banyak lagi cara-cara mengangkut bahan, terutama bila bahan yang diperlukan sifatnya khusus, cara-cara itu adalah sebagai berikut :

1. Mengangkut dengan paket khusus.
2. Mengangkut bahan dengan perantaraan pos .
3. Mengangkut bahan dengan pesawat udara.
4. Mengangkut bahan dengan kereta api barang.
5. Mengangkut bahan dengan kapal laut.

Untuk keperluan diatas diperlukan biaya yang tentunya mempunyai tarip-tarip angkutan khusus dan cara yang khusus pula, lebih-lebih bila bahan itu diangkut dari Luar negeri.

Untuk mengangkut suatu barang dari tempat jauh biasanya diperlukan kombinasi dari alat-alat angkutan, misalnya barang dari luar negeri mula-mula diangkut dengan kapal, kemudian dengan truck setelah itu dengan tenaga manusia dan lain sebagainya.

Contoh1 :

Hitunglah biaya untuk menurunkan kayu sebanyak 550 m^3 dari sebuah trailer, diangkut dengan truck sejauh satu km dan disusun ditempat penyimpanan. Pelaksana mempekerjakan 6 orang buruh dengan sebuah truck dan supirnya. Kapasitas angkut dari truck 8 m^3 dengan kecepatan rata-rata 25 km/jam. Semua buruh ikut bolak-balik diatas truck guna

menurunkan/memuat bahan tersebut.
Ditaksir biaya sewa truck dan 6 orang buruh Rp. 3600,–/jam. Termasuk biaya tidak terduga 15%.

Jawab :

6 orang bersama-sama memerlukan 0,45 jam untuk memuat truck, juga memerlukan waktu yang sama untuk menurunkan dan menyusunnya (bandingkan dengan tabel 2 – 1).
Waktu yang diperlukan untuk satu kali angkut : =
0,45 jam (memuat) + 0,45 jam (menurunkan) + 0,04 jam (pergi) + 0,04 jam (pulang) = 0,98 jam.
Biaya satu kali angkut = 0,98 x Rp. 3.600,–/jam = Rp. 3.528,–

Jadi biaya seluruhnya = $\frac{550}{8}$ x Rp. 3.528,– = Rp. 242.550

Terlihat waktu yang diperlukan untuk memuat dan menurunkan cukup lama, dapat dipikirkan untuk menambah orang sehingga dapat dihitung biaya yang lebih murah, asal saja penambahan tenaga tidak mengganggu kelancaran pekerjaan.

Contoh 2 :

Pelaksana pekerjaan harus membongkar muatan bata dari trailer truck, mengangkutnya sejauh 3,2 km ketempat pekerjaan dan menyusunnya dilapangan. Truck tersedia hanya sebuah yang dapat mengangkut bata sebanyak 1000 buah dengan kecepatan angkut 32 km/jam (sudah termasuk akibat hambatan-hambatan).
Biaya sewa truck dengan supirnya Rp. 2500,– /jam dan upah buruh biasa Rp. 180,–/jam . Buruh yang menurunkan dan menaikkan ikut dalam truck pulang pergi.
Diambil 1 orang buruh dapat menaikkan 600 buah setiap jamnya, juga menurunkan.
2 orang 1200 buah
3 orang 1700 buah
4 orang 2100 buah
5 orang 2500 buah
Lebih dari 2 orang ternyata proses menaikkan dan menurunkan berkurang karena saling terganggu.
Jadi berapa orang buruh yang harus dipergunakan yang paling ekonomis ?

Jawab :

Dengan satu orang buruh :

menaikkan $\frac{1.000}{600}$ x 1 jam = 1,67 jam, menurunkan juga 1 67 jam.

Transport = $\frac{3,2 \times 2}{32}$ = 0,2 jam

Jadi jumlah waktu yang diperlukan :
1,67 + 1,67 + 0,20 = 3,54 jam
Biaya untuk 1.000 buah bata :
3,54 x Rp. 2.500,– + 3,54 x Rp. 180,–
= Rp. 8.850,– + Rp. 637,20 = Rp. 9.487,20

Dengan 2 orang buruh :

Menaikkan $\frac{1.000}{1.200}$ x 1 jam = 0,83 jam, menurunkan 0,83 jam

Transport 0,20 jam
Jumlah waktu satu kali angkut = 0,83 + 0.83 + 0.2 = 1,86 jam
Biaya untuk 1.000 buah bata :
1,86 x Rp. 2.500,– + 1,86 x Rp. 180,– x 2
= Rp. 4.560 + Rp. 669,60 = Rp. 5.319,60

Dengan 3 orang buruh :

Menaikkan $\frac{1.000}{1.700}$ x 1 jam = 0,59 jam, menurunkan 0,59 jam

transport 0,20 jam
Jumlah waktu satu kali angkut = 0,59 +0,59 + 0,20 = 1,38 jam
Biaya untuk 1.000 buah batu bata :
= 1,38 (Rp. 2.500,– + 3 x Rp. 180,–) = Rp. 4.195,20

Dengan 4 orang buruh :

Menaikkan $\frac{1.000}{2.100}$ x 1 jam = 0,48 jam, menurunkan 0,48 jam

Transport 0,20 jam
Jumlah waktu satu kali angkut = 0,48 + 0,48 + 0,20 = 1,16 jam

Biaya untuk 1.000 buah bata :
=1,16 (Rp. 2.500,– + 4 x Rp. 180,–) = Rp. 3.735,20

Dengan 5 orang buruh :

Menaikkan $\frac{1.000}{2.500}$ x 1 jam = 0,40 jam, menurunkan 0,40 jam
transport 0,20 jam
Jumlah waktu satu kali angkut = 0,4 + 0,4 + 0,2 = 1 jam
Biaya untuk 1.000 buah batu bata :
1 x (Rp. 2.500,– + 5 x Rp. 180,–) = Rp. 3.400,–

Jadi terlihat dengan menggunakan 5 orang buruh biaya yang dikeluarkan lebih murah.

Contoh 3 :

Pelaksana pekerjaan harus mengangkut semen yang jumlahnya cukup besar. Semen diangkut dari gudang kereta barang dilanjutkan diangkut dengan truck sejauh 5 km dan disusun di gudang . Pelaksana memiliki 3 buah truck. Setiap truck berkapasitas 60 zak semen sekali angkut. Kecepatan truck rata-rata 35 km/jam . Sewa truck dengan supirnya Rp. 2.500,– /jam. Upah buruh besarnya Rp. 200,– / jam, sudah termasuk pajak upah dan assuransi.
Lamanya waktu untuk mengangkut dan menimbun di truck 1 menit
untuk mengangkat dari truck ke gudang 1¼ menit
Satu kelompok buruh hanya mengangkat dan menyusunnya di dalam truck, sedang kelompok lainnya membongkar dan menaruh di gudang Tiap kelompok mempunyai mandor yang juga ikut bekerja dengan upah sebesar Rp. 300.–/jam.
Hitunglah biaya yang paling ekonomis dalam melaksanakan pekerjaan ini

Jawab :

Harus dicoba-coba menggunakan buruh berapa banyak yang paling tepat untuk keperluan ini,. Karena buruh tidak ikut bolak balik naik truck, maka akan ada waktu yang terbuang karena menunggu truck datang, namun demikian truck digunakan sesibuk mungkin. Waktu menaikkan dibuat sama dengan waktu

membongkar agar tidak banyak buruh menganggur menanti truck datang. Jadi kelompok yang membongkar lebih banyak 1,25 x dari kelompok yang mengangkat & memuat.

a. Dicoba 3 orang mengangkat & memuat dengan 4 orang membongkar.
Waktu mengangkat kedalam truck = $\frac{60 \times 1}{3}$ = 20 menit

Waktu transportasi 5 km = $\frac{5 \times 60}{35}$ = 9 menit

Waktu untuk membongkar = $\frac{60 \times 1{,}25}{4}$ = 18,75 menit

Waktu truck kembali = 9 menit
Jumlah waktu untuk 1 kali angkut :
20 + 9 + 18,75 + 9 = 56,75 menit
Waktu yang diperlukan untuk mengisi 3 buah truck ialah 60 menit.
Jadi waktu menganggur truck 60 - 56,75 = 3,25 menit (tiap satu kali bolak balik) pada kelompok yang mengangkat.
Sedang kelompok yang membongkar menganggur 1,25 menit setiap antara kedatangan truck.
Jadi waktu untuk satu kali angkut 56,75 menit + 3,25 menit
= 60 menit = 1 jam
Muat bongkar truck = 60 menit untuk 3 truck atau 20 menit untuk 1 truck.
Biaya truck satu kali angkut = Rp, 2.500,– x 1 = Rp. 2.500,-

Biaya mengangkat = (Rp. 300,– + 2 x Rp. 200,–) x $\frac{20}{60}$
= Rp. 233,33
Biaya membongkar :
(Rp. 300,– + 3 x Rp. 200,–) x $\frac{18{,}753 + 1{,}25}{60}$ = Rp. 300,-

Jumlah biaya satu kali angkut :
Rp. 2.500,– + Rp. 233,33 + Rp. 300,– = Rp. 3.033,33
Biaya tiap zak semen = $\frac{\text{Rp. } 3.033{,}33}{60}$ = Rp. 50,55

Nampaknya perhitungan diatas terlalu sedikit menggunakan buruh sebab truck menganggur karena kurang jumlah buruhnya.

b. Dicoba dengan 4 orang mengangkat, dengan 5 orang membongkar :

Waktu mengangkat kedalam truck $= \frac{60 \times 1}{4} = 15$ menit

Waktu untuk membongkar $= \frac{60 \times 1{,}25}{5} = 15$ menit

Waktu transportasi bulak balik = 9 + 9 = 18 menit

Jumlah waktu untuk 1 kali angkut = 48 menit

Truck diusahakan tiba setiap $\frac{48}{3} = 16$ menit, jadi setiap kelompok harus menunggu 1 menit sampai truck berikutnya tiba, jadi hampir tidak ada waktu terbuang, kecepatan transportasi dikurangi menjadi 16 menit bolak balik, maka ada kelonggaran untuk mengatasi hambatan-hambatan yang mungkin datang, karena itu jumlah waktu satu kali angkut menjadi 47 menit.

Biaya untuk satu kali angkut = Rp. 2.500,– x $\frac{47}{60}$ = Rp. 2.000

Biaya menaikkan :

(Rp. 300,– + 3 x Rp. 200,–) x $\frac{15 + 1}{60}$ = Rp. 240,–

Biaya menurunkan :

(Rp. 300,– + 4 x Rp. 200,–) x $\frac{15 + 1}{60}$ = Rp. 297,–

Jumlah biaya sekali angkut = Rp. 2.537,-

Biaya tiap zak semen = $\frac{\text{Rp.2.537,–}}{60}$ = Rp. 42,28

c. Dicoba dengan 5 orang mengangkat, dengan 6 orang membongkar, dihitung seperti diatas ternyata biayanya lebih besar dari b. diatas.
Dicoba dengan 6 orang mengangkat dan 8 orang membongkar Biaya tiap zak semen lebih dari b. diatas.
Dicoba dengan 7 orang mengangkat dan 9 orang membongkar biaya tiap zak semen juga lebih besar dari b. diatas.
Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa dengan 4 orang mengangkat dan 5 orang membongkar adalah yang paling ekonomis.
Cara menghitung diatas penting bila angkutan semen cukup banyak.

Contoh 4 :

Sebuah kontraktor jalan memerlukan kerikil sebanayk 6.000 m^3 untuk keperluan 3 km jalan. Ada 2 sumber kerikil, satu sumber disediakan oleh perusahaan bahan yang sanggup mendatangkan di tempat dengan harga Rp. 6.500,–/m^3 .Sedang sumber lainnya hanya berharga

Rp. 2.000,–/m^3 tapi harus diambil sendiri sejauh 12 km. Keadaan jalan cukup baik.

Kontraktor ini tidak mempunyai alat-alat sehingga untuk keperluan diatas harus menyewa truck dan alat-alat angkat dari perusahaan lain.

Perusahaan A dapat menyediakan : 1 shovel loader, kapasitas 0,75 m^3 dan 12 buah dump truck dengan daya angkut 3 m^3

dengan sewa sebagai berikut : Shovel loader Rp. 8.100,–/jam
truck Rp. 2.500,–/jam
Ongkos angkut alat berat Rp. 50.000,–

Jam kerja minimum 6 jam sehari

Perusahaan B dapat menyediakan : 1 shovel loader, berkapasitas 1,50 m^3 dan 14 buah dump truck dengan daya angkut 6 m^3

dengan sewa sebagai berikut : shovel loader Rp. 12.000,–/jam
truck Rp. 3.600,–/jam

Kontraktor perlu menempatkan seorang pengawas berkendaraan sebuah jeep dengan biaya Rp. 3.000,–/jam, dan 2 orang mandor dengan upah Rp. 400,–/jam.

Ditaksir kecepatan truck rata-rata yang berkapasitas 3 m^3 48 km/jam, dan 40 km/jam untuk truck yang berkapasitas 6 m^3

Hitunglah mana biaya yang lebih murah untuk pekerjaan ini

Jawab :

a. Biaya untuk membeli bahan diterima di tempat :
6.000 x Rp. 6.500,– = Rp. 39.000.000,–

b. Bila sewa dari perusahaan A:
Waktu diperlukan 1 kali angkut :

3 menit mengisi truck + $\frac{12}{48}$ = 15 menit pulang + 1 menit menurunkan + 15 menit pergi + 6 menit hambat-hambatan = 40 menit (0,667 jam)

Jadi 12 : 0,667 = 18 truck dapat diisi tiap jam

Kerikil dimuat tiap jam = 18 x 3 m^3 = 54 m^3

Waktu yang diperlukan $\frac{6000}{54}$ = 111 jam.

Harga kerikil = Rp. 2.000,– x 6.000 = Rp. 12.000.000,–
Sewa shovel :
Rp. 8.100,– x 111 + Rp. 50.000,– = Rp. 949.100.–
Sewa truck = 12 x Rp. 2.500,– x 111 = Rp. 3.330.000,–
Biaya pengawasan :
(Rp. 3.000,– + 2 x Rp. 400,–) x 111 = Rp. 421.800,–
Jumlah biaya = Rp. 16.700.900,–

Harga tiap m^3 Rp. $\frac{16.700.900,-}{6.000}$ = Rp. 2.783,48

c. Bila sewa dari perusahaan B :
Waktu diperlukan satu kali angkut :

3 menit mengisi truck + $\frac{12}{40}$ jam = 18 menit pulang + 1 menit menurunkan + 18 menit pergi + 6 menit hambatan-hambatan = 46 menit = 0,77 jam
Jadi 14 : 0,77 = 18 truck dapat diisi tiap jam
Kerikil dimuat tiap jam = 18 x 6 m^3 = 108 m^3

Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan ;

$\frac{6.000}{108}$ = 55 jam

Harga kerikil Rp. 2.000,– x 6.000 = Rp. 12.000.000,–
Sewa shovel :
Rp. 12.000,– x 55 + Rp. 50.000,– = Rp. 710.000,–
Sewa truck 14 x Rp. 3.600,– x 55 = Rp. 2.772.000,–
Biaya pengawasan :
(Rp. 3.000,– + 2x Rp. 400,–) x 55 = Rp. 209.000,–

Jumlah biaya = Rp. 15.691.000,–

Harga tiap m^3 $\frac{\text{Rp. } 15.691.000,-}{6.000}$ = Rp. 2.615,17

Jadi jelas terlihat menyewa alat-alat dari perusahaan B dan mengambil sendiri bahan lebih murah ongkosnya.

bab III

Galian

Pekerjaan galian biasanya berhubungan erat dengan pengangkutan dari bahan galian tersebut.
Pada pekerjaan galian yang lengkap biasanya termasuk pula pekerjaan membuka lapangan, membongkar bangunan lama bila ada, menggali tanah, memecah batu-batu, menimbun dan memadatkan, membuat konstruksi penunjang, membuat penahan tanah, pemompaan air dan lain sebagainya.
Biaya galian jadi tergantung dari bermacam-macam hal.
Jenis-jenis pekerjaan galian :

1. Galian biasa, seperti misalnya galian untuk pondasi, dan untuk jalan. Pekerjaan ini dapat dikerjakan dengan traktor, scraper, atau shovel dengan truck.
2. Galian khusus seperti membuat lobang galian untuk instalasi pipa atau kabel, atau fundasi-fundasi khusus. Untuk pekerjaan ini hampir selalu dipakai penggalian dengan tangan.

Jenis-jenis tanah galian :
Dapat dibagi menjadi 5 macam berdasarkan pengalaman menggali.

1. Tanah lepas, tidak perlu dihancurkan dulu, mudah untuk disendok dengan sekop atau cangkul, misalnya : pasir.
2. Tanah biasa, mudah dilepaskan dari asalnya dengan cangkul, tidak perlu dihancurkan dulu dapat dipergunakan langsung alat-alat berat seperti scraper, power shovel dan dragline.
3. Tanah keras, sukar dilepaskan dengan cangkul. Dapat digali dengan power shovel yang berkekuatan besar, misalnya : Tanah liat keras, kerikil padat, tanah liat bercampur kerikil dan batu-batu kecil.
4. Tanah cadas, sukar dicangkul, terpaksa dipakai dinamit berkekuatan rendah bila power shovel dipergunakan.
5. Batu : perlu diledakkan dulu dengan dinamit sebelum dikerjakan, Jenis batu ini dapat dibagi menjadi beberapa jenis (lunak, sedang keras) tergantung dari sukarnya ketika membuat lobang berdinamit.

Hampir semua tanah menjadi besar volumenya apabila digali, misalnya 1 m^3 tanah menjadi 1,25 m^3 bila dinaikkan keatas truck.

Pengembangan tanah ini bermacam-macam tapi biasanya antara 10% sampai 25%, inilah sebabnya mengapa kapasitas angkut truck diambil 75% sampai 80% dari kapasitas ukurnya.

Batu bila dipecahkan volumenya membengkak menjadi 40% sampai 50%.

Tanah bila dipadatkan akan mengkerut menjadi 10% sampai 15% lebih kecil volumenya, karena tanah asli biasanya berpori-pori.

Tanah lepas biasanya lebih padat dari tanah yang tidak lepas, tetapi batu yang telah pecah-pecah biasanya tidak dapat dipadatkan lagi.

Ada jenis tanah yang apabila digali tebingnya akan tegak lurus, tetapi tanah yang lepas tebingnya harus miring atau harus dibuat konstruksi penunjang agar tebingnya tegak. Tetapi bila galian cukup dalam konstruksi penunjang hampir selalu harus dibuat.

TABEL 3 – 1 DAFTAR SUDUT GESEKAN DALAM

Jenis bahan	Sudut geser		
	Basah	Lembab	Kering
Pasir	20 – 35	30 – 45	20 – 40
Tanah	20 – 45	24 – 45	25 – 30
Kerikil	30 – 50		
Kerikil, pasir dan tanah liat	20 – 35		

Methoda yang dipakai :

Methoda yang dipergunakan untuk penggalian haruslah ditentukan dulu misalnya : tanah dapat dilepaskan dengan apa, cangkul atau traktor dengan bajak atau dengan dinamit? Kemudian tanah dapat digali dan diangkat dengan apa, dengan tangan dengan power shovel atau traktor dengan scraper?

Tanah dapat diangkut dengan apa, dengan kereta dorong, dump truck, kemudian tanah dibuang dengan apa, dengan tangan, dengan bulldozer?

Faktor-faktor yang mempengaruhi penggalian :

Banyak faktor-faktor yang harus dipertimbangkan misalnya :Apakah lubang galian akan tetap tegak atau akan longsor?
Apakah konstruksi penunjang diperlukan?
Apakah penggalian dilakukan dengan tangan atau dengan alat berat?
Apakah tanah perlu dilepaskan dulu dengan alat-alat?
Tanah jenis apa yang akan digali?
Apakah tanah basah atau kering?
Apakah pemompaan diperlukan?
Apakah pengeboran dan dinamit diperlukan?
Apakah tanah perlu diangkut ketempat lain?
Apakah penimbunan kembali diperlukan?
Bagaimanakah pengaruh dari cuaca?
Berapakah upah buruh setempat?
Apakah izin diperlukan untuk penggalian?
Apakah penerangan diperlukan?
Alat apa saja yang diperlukan?
Biaya tak terduga apa saja yang perlu ditambahkan?
Berapakah keuntungan yang akan diambil?

Setelah menjawab pertanyaan-pertanyaan diatas barulah kita menghitung sebagai berikut:
Jenis alat gali dan berapa jumlahnya?
Jenis alat angkut dan berapa jumlahnya?
Berapa orang buruh yang diperlukan?

Tentunya menghitung biaya semurah mungkin dengan menjaga perbandingan yang tepat dari alat gali, alat angkut dan buruh, sehingga tidak ada satu alat pun yang menganggur terlalu lama, misalnya terlalu banyak alat gali menyebabkan alat gali menunggu truck terlalu lama, hal ini harus dipertimbangkan masak-masak.

Upah dan sewa :

Upah biasanya harus sudah termasuk pajak dan assuransi dan lain-lain

Sewa alat berat akan dibicarakan di bab lain.
Biaya tidak terduga (overhead) biasanya berkisar antara 5% sampai 15%
Sedang laba berkisar antara 5% sampai 12%.
Cara menggaru tanah :
Agar tanah mudah digali dan diangkat biasanya dilepaskan dulu dari keadaan keras.
Tapi tanah lepas seperti pasir dan tanah yang tidak begitu keras tidak perlu dilepaskan dulu dan dapat langsung digali.

Tabel 3 – 2 memberikan data produksi menggaru tanah keras :

CARANYA	m^3 / jam			Jam / m^3		
	Tanah Sedang	Tanah liat	Cadas	Tanah sedang	Tanah liat	Cadas
Dengan cangkul (orang)	1,5 – 3,0	o,75 – 2,25	0,35 – 1,1	0,30 – 0,60	0,40 – 1,30	0,85 – 2,65
Dengan bajak tangan	19 – 38	11,5 – 23,0		0,03 – 0,06	0,04 – 0,09	
Traktor dengan 1 bajak	30 – 53	19,0 – 38,0	3,50 – 15	0,01 – 0,04	0,03 – 0,06	0,07 – 0,26
Traktor dengan 2 bajak	38 – 76	30,0 – 53,0		0,01 – 0,03	0,01 – 0,04	

Cara menggali batu keras akan diterangkan di bab lain.

Menggali dengan tangan :
Hasil dari cara menggali dengan tangan tergantung dari ketrampilan buruhnya, pengawasannya, keadaan atau jenis tanahnya, tinggi angkatnya, dan keadaan setempat.
Tabel 3 – 3 memberikan data kapasitas orang menaikkan tanah kedalam alat angkut (setelah digaru dahulu bagi tanah yang keras) dengan sekop.

Jenis tanah	m^3 / Jam kerja	Jam / m^3
Tanah lepas, dari permukaan tanah	0,90 – 2.00	0,53 – 1,12
Tanah sedang, dari permukaan tanah	0,75 – 1,50	0,65 – 1,30
Tanah liat, dari permukaan tanah	0,60 –1,15	0,85 – 1,65
Cadas, dari permukaan tanah	0,50 – 0,95	1,00 – 1,85
Tanah lepas, dari lobang galian	0,85 – 1,75	0,55 – 1,20
Tanah sedang, dari lobang galian	0,65 – 1,35	0,70 – 1,85
Tanah liat, dari lobang galian	0,50 – 1,00	0,95 – 1,90
Cadas, dari lobang galian	0,45 – 0,85	1,10 – 2,10

Bila jarak angkat naik menjadi 1,80 m maka hasil kerja turun 5% sampai 10% tiap jamnya, juga jarak angkat yang turun akan menaikkan hasil kerja tiap jamnya dengan 5% sampai 10%.

Tabel 3 – 4 memberikan data hasil kerja buruh untuk menyekop tanah dari galian dan menggunakan cangkul untuk menggaru tanah agar lepas, dengan jarak angkat tidak lebih dari 1,80 m. Pada umumnya hasil kerja naik bila tinggi angkatnya berkurang.
Bila galian lebih dalam dari 1,50 m maka diperlukan platform untuk menaikkan tanah dengan satu buruh diatasnya untuk setiap 2 atau 3 orang tukang gali.
Tabel 3 – 4 menyajikan data lain dari penggalian.
Tabel 3 – 4 : Menaikkan dengan sekop keatas truck dari lobang galian, dibantu dengan pacul untuk menggaru tanah (jarak angkat 1,80 m)

Jenis tanah	Keadaan galian	m^3 / jam kerja	Jam / m^3
Tanah lepas	Biasa, kering	0,75 – 1,30	0,72 – 1,32
	Biasa, basah	0,50 – 1,00	0,99 – 1,91
	Luar biasa, kering	0,65 – 1,15	0,86 – 1,45
Tanah sedang	Biasa, kering	0,60 – 1,00	0,92 – 1,65
	Biasa, basah	0,40 – 0,75	1,32 – 2,33
	Luar biasa, kering	0,50 – 0,90	1,12 – 1,91
Tanah liat	Biasa. kering	0,45 – 0,85	1,12 – 2,24
	Biasa, basah	0,25 – 0,45	2,05 – 3,76
	Luar biasa, kering	0,35 – 0,60	1,65 – 2,97
Tanah cadas	Biasa, kering	0,35 – 0,75	1,32 – 2,64
	Biasa, basah	0,20 – 0,40	2.64 – 5,28
	Luar biasa, kering	0.25 – 0,45	2,05 – 3.76

Menggali dengan alat berat :

Penggunaan alat berat tentunya harus disesuaikan dengan keperluannya misalnya menggali tanah untuk gudang bawah tanah hendaknya dipakai power shovel atau dragline scraper, untuk penggalian yang dalam dipakai derek atau keran dengan bucket, untuk pembangunan jalan baru, dipakai traktor dengan scraper. Masih banyak lagi jenis alat-alat yang

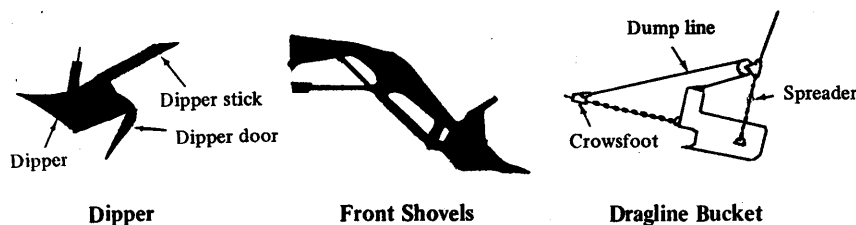
khusus untuk keadaan khusus seperti trenching machine, grader, dan lain-lain, untuk ini hendaknya dilihat dalam katalog alat-alat berat yang dikeluarkan oleh Pabrik seperti Carterpillar, Masey Ferguson dan lain-lain.

Tabel 3 – 5 menyajikan data kapasitas rata-rata dari alat-alat berat penggali seperti shovels dan dragline scraper

Kapasitas Bucket dipper atau Scraper m^3	Alat berat dengan lengan pendek*		Alat berat dengan lengan panjang**	
	m^3 / jam	Jam / 1.000 m^3	m^3 / jam	Jam / 1.000 m^3
0,35	22,50 – 76,00	13,2 – 44,00	19,00 – 57,00	17,55 – 52,80
0,55	34,00 – 98,80	10,2 – 29,30	30,40 – 76,00	13,20 – 33,00
0,75	45,50 – 121,6	8,32 – 22,00	41,80 – 95,00	10,56 – 24,00
0,95	57,00 – 144,4	7,00 – 17,56	53,20 – 114,0	8,840 – 18,88
1,15	68,40 – 167,2	6,00 – 14,65	60,80 – 133,0	7,520 – 16,50
1,35	79,80 – 186,2	5,41 – 12,54	68,40 – 152,0	6,600 – 14,65
1,50	91,20 – 205,2	4,88 – 10,96	76,00 – 167,0	6,070 – 13,20
2,00	110,0 – 243,0	4,09 – 9,110	91,20 – 197,6	5,150 – 10,96
2,25	129,2 – 281,2	3,56 – 7,790	106,4 – 228,0	4,360 – 9,370
2,65	144,4 – 319,0	3,17 – 7,000	121,6 – 250,8	3,960 – 8,320
3,00	159,6 – 349,6	2,90 – 6,340	133,0 – 266,0	3,830 – 7,520
3,75	190,0 – 413,0	2,38 – 5,280	–	–
4,50	216,6 – 478,8	2,11 – 462,0	–	–

* = shovel dan dipper.
** = dragline scraper dan crane dengan bucket.

Jenis sendok :

Dipper   Front Shovels   Dragline Bucket

Menimbun kembali :
Pekerjaan ini dapat dikerjakan dengan tangan atau dengan scraper atau dengan bulldozer. Hasil kerjanya tergantung dari keadaan setempat dan bagaimana cara pemadatan timbunan tersebut.

Tabel 3 – 6 Kapasitas penimbunan dengan tangan / alat sekop.

Jenis tanah	Menimbun saja		Menimbun dan memadatkan	
	m^3 /jam	Jam/m^3	m^3 /jam	jam/m^3
Tanah lepas	1,15 – 2,25	0,46 – 0,86	0,60 – 1,67	0,55 – 1,65
Tanah sedang / biasa	1,00 – 1,75	0,53 – 0,99	0,59 – 1,35	0,70 – 1,90
Tanah liat	0,75 – 1,50	0,38 – 1,32	0,45 – 1,15	0,85 – 2,15

Memadatkan timbunan memakan waktu ¼ nya atau ½ nya dari jumlah waktu tiap satuan volume.
Bila pemadatan digiling maka waktu lebih lama lagi.
Penimbunan kembali dengan bulldozer hasilnya tergantung dari operatornya, jenis alat berat, dan jenis tanahnya. Sebuah bulldozer dapat menyebarkan dari 2,5 m^3 sampai 22 m^3 tiap jamnya tergantung dari keperluannya.
Pemompaan
Kadang-kadang pemompaan diperlukan pada waktu menggali, kadang-kadang cukup dengan 1 atau 2 buah pompa kecil atau perlu 1 atau lebih pompa berkapasitas besar. Biaya pemompaan tergantung dari keadaan setempat.

Mengangkut tanah galian :

Pada tabel 3 – 7 disajikan kepasitas angkut, jarak ekonomis, waktu memuat dan membongkar dan kecepatan angkut.

Jenis alat angkut	Kapasitas m^3	Jarak angkut ekonomis m	Waktu (menit)		km/jam Kecepatan angkut	
			Memuat	Membongkar	Bermuatan	Kosong
1. Kereta dorong * (wheel barrow)	0,05 – 0,11	sampai 50	1,0 – 3,0	0,2 – 0,4	25 – 45	35 – 60
2. Kereta tarik 2 roda (dengan orang)	0,05 – 0,15	sampai 50	1,0 – 3,0	0,2 – 0,4	25 – 45	35 – 60
3. Front end loader's						
a. roda empat	0,25 – 1,50	sampai 500	0,5 – 1,0	0,2 – 0,5	6,5 – 24	10 – 32
b. dengan roda rantai	0,25 – 6,80	sampai 500	0,5 – 1,3	0,2 – 0,7	4,8 – 20	6 – 24
4. Gerobak ditarik traktor **	2,25 – 19	sampai 850	1,o – 3,0	0,3 – 1,0	4,8 – 16	6 – 20
5. Scraper ditarik traktor ***						
a. dengan roda rantai	3,80 – 22,5	sampai 850	1,0 – 2,0	0,3 – 1,0	5 – 11	6 – 16
b. ban karet	3,80 – 22,5	sampai 1750	1,0 – 2,0	0,3 – 1,0	16 – 32	24 – 48
6. Dump truck ***	1,50 – 15,0	diatas 175	1,0 – 3,0	0,5 – 2,0	16 – 75	24 – 95

* Kecepatan dalam m/menit
** Traktor dapat menarik lebih dari satu gerobak
*** Ukuran alat daya angkut ada yang lebih besar

Menggali lubang galian untuk pipa dengan tangan :
Pekerjaan ini tergantung dari lebar dan dalamnya galian, dari jenis tanah konstruksi penunjang dan pemompaan air bila perlu, penimbunan kembali dan lain-lain.
Bila dalamnya galian lebih dari 1,5 m, tanah harus diangkat 2 x, sampai kedalaman 1,8 – 3 m. Bila dalamnya 3,3 m – 4,5 m diangkat 3 x, hal ini dilakukan dengan membuat steger atau platform.
Bila hasil kerja tiap jam dari seorang buruh untuk galian sedalam 1,00 m dianggap angka 100, maka hasil kerja pada kedalaman yang lebih besar dapat dianggap sebagai berikut :

Dalamnya galian	1,00 m	1,50 m	2,25 m	3,50 m	4,00 m	5,00 m
Prosentase hasil kerja	100	95	86	81	71	67

Pada tabel 3– 8 dibawah ini disajikan keperluan buruh untuk galian pipa, dimana tanah tidak terlalu basah atau cukup kering

Jenis tanah	Dalamnya galian m					
	1,00	1,50	2,25	3,50	4,00	5,00
	Hasil kerja, m^3 /jam kerja					
Tanah lepas	0,75 – 1,35	0,70 – 1,30	0,65 – 1,15	0,60 – 1,10	0,50 – 1,00	0,50 – 0,90
Tanah biasa	0,65 – 1,25	0,60 – 1,15	0,55 – 1,00	0,50 – 1,00	0,45 – 0,85	0,40 – 0,80
Tanah liat	0,45 – 0,95	0,45 – 0,90	0,40 – 0,80	0,40 – 0,75	0,35 – 0,70	0,35 – 0.65
Tanah cadas	0,35 – 0,75	0,35 – 0,70	0,35 – 0,65	0,30 – 0,60	0,25 – 0,50	0,35 – 0,55
	Jam kerja/m^3					
Tanah lepas	0,75 – 1,32	0,75 – 1,40	0,85 – 1,50	0,90 – 1,65	0,95 – 1,85	1,00 – 2,00
Tanah biasa	0,85 – 1,58	0,90 – 1,65	1,00 – 1,85	1,00 – 2,00	1,20 – 2,25	1,25 – 2,40
Tanah liat	1,00 – 2,16	1,12 – 2,15	1,25 – 2.35	1.32 – 2,50	1,50 – 1,90	1,58 – 3,00
Tanah cadas	1,32 – 2,65	1,40 – 2,75	1,50 – 3,10	1,65 – 3,30	1,85 – 3,70	2,00 – 4,00

Bila keadaan tanah basah maka hasil kerja akan berkurang hampir setengahnya dari tabel diatas.
Bila diperlukan konstruksi penyangga tebing, maka hal ini diperhitungkan tersendiri. Air dapat dibuang dengan membuat saluran sementara, bila perlu mempergunakan pompa air.
Lebar galian untuk pipa biasanya 0,50 m sampai 0,60 m.
Lebar galian untuk pipa pada umumnya = garis tengah pipa + 40 cm sampai dengan 50 cm, karena diperlukan ruang gerak selebar 20 cm sampai 25 cm pada kedua belah sisinya untuk menyambung dan menempatkan.

Bila pipa garis tengahnya 75 cm, maka lebar galian = 75cm + 0,50 m atau 1,20 m tergantung dari cara menyambungnya, bila disambung sebelum diturunkan kedalam lubang galian maka, lebar lubang dapat lebih sempit.

Contoh :

Hitunglah anggaran biaya untuk menggali dan menimbun kembali lobang galian untuk pipa, panjangnya 80 m, dalamnya 1,35 m., dan lebarnya 0,60 m. Keadaan tanah biasa, dan tidak perlu konstruksi penunjang Upah buruh Rp. 156,25/jam belum termasuk 11% untuk pajak upah dan assuransi. Sewa alat ditaksir Rp. 6.000,–

Jawab :

Volume galian = 80 x 1,35 x 0,6 = 64, 8 m^3

Ditaksir kecepatan menggali 0,80 m^3/jam, dan kecepatan menimbun 1,2 m^3/jam dengan memadatkannya (lihat tabel 3 – 6 dan 3 – 8)

Upah buruh 1,11 x Rp. 156, 25 = Rp. 173,45/jam

Upah galian $\frac{64,8}{0,80}$ x Rp. 173,45 = Rp. 14.049,45

Upah memadatkan $\frac{64,8}{1,2}$ x Rp. 173,45 = Rp. 9.366,30

Upah buruh total	= Rp. 23.415,75
Sewa alat-alat	= Rp. 6.000,–
Sub total	= Rp. 29.415,75
Overhead 10%	= Rp. 2.941,57
Profit 10%	= Rp. 2.941,57
Grand total	= Rp. 35.298,89

Biaya tiap m^3 = $\frac{\text{Rp. } 35.298,89}{64,8}$ = Rp. 544,74 ~ Rp. 545,–

Menggali dengan mesin gali :

Ada bermacam-macam mesin gali, ada yang berupa sendok dengan tangan yang panjang (backhoe) dan ada yang berupa tangga berjalan dengan piring-piring baja yang tugasnya menggali dan sekaligus mengangkatnya (ladder trencher).

Mesin gali ini paling baik bekerja pada tanah yang tidak terlalu keras yang tidak mengandung batu-batu besar dan yang lobangnya tidak memerlukan konstruksi penyangga.

Hasil kerja dari mesin gali yang disebut diatas berkisar antara 15 m^3 sampai 190 m^3 setiap jam dan lobangnya dapat dibuat selebar 1,25 m dengan kedalaman 2,5 m sampai 7,50 m.

Biaya menggali dengan mesin ini tergantung dari kapasitas mesin gali, jenis tanah, ketrampilan operatornya, ongkos mendatangkan alat ketempat pekerjaan dan mengembalikannya, dan juga tergantung dari hambatan-hambatan lain seperti hujan dan lain-lain.

Sewa mesin gali berkisar antara Rp. 5500/jam sampai Rp. 7500/jam tergantung dari jenis dan kapasitasnya (tahun 1978).

Seorang operator kadang-kadang harus dibantu oleh satu atau 2 orang buruh, apabila didalam tanah didapat banyak batu-batu besar.

Untuk menimbun kembali dapat dilakukan dengan bulldozer dengan sewa sekitar Rp. 4300/jam sampai Rp. 12.000/jam (tahun 1978) belum termasuk ongkos angkut bolak balik.

Biasanya 1 sampai 3 orang buruh diperlukan untuk membersihkan tanah dan lain-lain keperluan. Bila pemadatan atau membasahi lubang galian diperlukan maka sepatutnya digunakan tenaga manusia.

Contoh :

Hitunglah anggaran biaya untuk menggali lobang pipa dengan menggunakan ladder trencher dan menimbun kembali dengan menggunakan bulldozer.

Panjang galian 550 m, 1,50 m dalam dan 0,75 m lebar.

Tanah cukup baik sehingga tidak diperlukan konstruksi penyangga dinding galian.

Sewa alat gali Rp. 5500,–/jam sedang bulldozer Rp. 4300,–/jam (Bulldozer kecil).

Kapasitas alat gali 35 m^3 /jam , kapasitas bulldozer 25 m^3 /jam.

Biaya mengangkut alat-alat itu dengan menggunakan trailer Rp. 1618/jam dan dapat diselesaikan dalam 1 hari (8 jam).

Upah operator Rp. 250/jam ,upah buruh Rp. 173,45/jam sudah termasuk pajak pendapatan dan assuransi.

Jawab :

Kelompok kerja terdiri dari 1 operrator mesin gali dan 2 orang buruh, sedang untuk bulldozer dilayani oleh 1 operator dan 1 orang buruh.

Volume galian = 550 x 1,5 x 0,75 = 618,75 m^3

Volume urugan sama saja.

Jam kerja kelompok gali = $\frac{750}{35}$ = 21,50 jam

Jam kerja kelompok menimbun = $\frac{750}{25}$ = 30 jam.

Upah buruh :
Kelompok gali :
(Rp. 250,– + 2 x Rp. 173,45) x 21,50 = Rp 12.833,35
Kelompok meimbun :
(Rp. 250,– + Rp. 173,45) x 30 = Rp. 12.703,50
Jumlah = Rp. 25.536,85

Biaya alat :
Alat gali Rp. 5.500,– x 21,5 = Rp. 118.250,–
Bulldozer Rp. 4.300,– x.30 = Rp. 129.000,–
Biaya angkut Rp. 1.618,– x 8 = Rp. 12.944,–
Jumlah = Rp. 260.194,–

Jumlah biaya = Rp. 285.730,85
Overhead 10% = Rp. 28.573,08
Jumlah A = Rp. 314.303,93

Keuntungan 15% x A = Rp. 47.145,59
Jumlah seluruhnya = Rp. 361.449,52
Dibulatkan = Rp. 361.450,–

Biaya tiap m^3 = $\frac{\text{Rp. } 361.450,–}{618,75}$ = Rp. 584,16

Menggali dengan tangan :
Pekerjaan ini biasanya terdiri dari membongkar tanah, menggali, menimbun kembali, menyebarkan tanah. Untuk pekerjaan ini dapat dipakai tabel 3 – 2, 3 – 3, 3 – 4, dan 3 – 8.

Contoh :

Hitunglah biaya menggali sebanyak 15 m^3 dan menimbun kembali dengan dipadatkan sebanyak 10 m^3 tanah. Keadaan tanah biasa. Pekerjaan ini perlu untuk pondasi suatu bangunan.
Upah buruh Rp. 173,45/jam. Sewa alat-alat tangan ditaksir Rp. 5000,-

Jawab :

Dari tabel 3 – 4 diperoleh + 1,7 jam kerja tiap m^3 untuk menggali dan dari tabel 3 – 6 diperoleh + 1,4 jam kerja tiap m^3 untuk menimbun kembali dan memadatkan, jadi :
Upah menggali 1,7 x 1,5 x Rp. 173,45 = Rp. 4.422,98
Upah menimbun dan memadatkan :
1,4 x 10 x Rp. 173,45 = Rp. 2.428,30
Sewa alat-alat tangan = Rp. 5.000,–
Jumlah = Rp. 11.851,28
Overhead 10% = Rp. 1.185,10
Jumlah = Rp. 13.036,38
Profit 10% = Rp. 1.303,60
Jumlah seluruhnya = Rp. 14.339,98
Dibulatkan = Rp. 14.340,–

Menggali dengan tangan dan dibantu dengan kereta dorong (wheel barrow).

Bila kita menghitung biaya untuk pekerjaan ini maka waktu untuk setiap gerak kerja harus diperhitungkan .

Bagi seorang buruh biasanya diperlukan 3 menit untuk mengisi kereta dorong (2 orang 1,5 menit, 3 orang 1 menit).
Kecepatan seorang buruh berjalan rata-rata 35 m/menit. Waktu yang diperlukan untuk menumpahkan muatan sangat kecil.
Jarak ekonomis untuk penggunaan kereta dorong ialah 50 m, bila lebih dari 50 m sebaiknya dibandingkan ongkosnya dengan alat angkut yang lainnya.
Dibawah ini disajikan data menggali, memuatkan dan mengangkut, dengan kereta dorong, berdasarkan daya angkut 0,06 m^3 dengan kecepatan berjalan 35 m/menit.
Tabel 3 – 9 Kapasitas kereta sorong 0,06 m^3

Jenis tanah	Menggali & memuat menit	m^3/jam/1 orang			Menggali & memuat menit	Jam kerja/m^3		
		Jarak angkut 15 m	Jarak angkut 35 m	Jarak angkut 50 m		Jarak angkut 15 m	Jarak angkut 35 m	Jarak angkut 50 m
1. Pasir	1,5 – 3,0	0,85 – 1,35	0,65 – 0,95	0,55 – 0,75	2,00 – 4,0	0,74 – 1.17	1,03 – 1,47	1.32 – 1,76
2, Tanah biasa	2,0 – 4,0	0,65 – 1,15	0,55 – 0,85	0,45 – 0,65	2,60 – 5,2	0,88 – 1,47	1,17 – 1,76	1,47 – 2,06
3. Tanah liat	2,5 – 5,0	0,55 – 0,95	0,45 – 0,75	0,40 – 0,60	3,25 – 6,5	1,03 – 1,76	1,32 – 2,06	1,61 – 2,35
4. Tanah cadas (keras)	3,0 – 6,0	0,45 – 0,85	0,40 – 0,65	0,35 – 0,55	4,00 – 8,0	1,17 – 2,06	1,47 – 2,35	1,76 – 2,64

Untuk daya angkut yang lebih besar, maka hasilnya sebanding, misalnya untuk kereta dorong yang berkapasitas 0,045 m^3 maka m^3/jam/1 orang hasilnya 0,045 : 0,06 atau 0,75 kali tabel 3 – 9, dan jam kerja /m^3 menjadi 0,06 : 0,045 = 1,33 kali tabel 3 – 9.

Contoh :

Hitunglah biaya menggali tanah biasa sebanyak 68 m^3. Keadaan cuaca baik dan tanah cukup kering. Tanah digali dengan tangan kemudian diangkut sejauh 25 m. Upah buruh Rp. 173,45 sudah termasuk pajak upah dan assuransi. Sewa alat ditaksir Rp. 5000,– termasuk mengangkutnya ke tempat pekerjaan.

Jawab :

Dari tabel 3 – 9 ditaksir diperlukan 1 jam untuk menggali, mengangkut dengan kereta dorong berkapasitas 0,06 m^3

Upah buruh Rp. 173,45 x 68	= Rp. 11.794,60
Sewa alat	= Rp. 5.000,–
Jumlah	= Rp. 16.794,60
Overhead 15%	= Rp. 2.519,19
Jumlah	= Rp.19.313,79
Profit 10%	= Rp. 1.931,37
Jumlah biaya seluruhnya	= Rp.21.245,16

atau Rp. 312,43/m^3

Menggali dengan tangan, dibantu dump truck :

Karena mengangkut dengan truck ini biayanya, cukup tinggi maka mengisinya harus secepat mungkin dengan memakai buruh secukupnya tanpa menggangu satu sama lain.

Cara menentukan biaya adalah sebagai berikut :

1. Hitung berapa m^3 tanah yang diperlukan, dan jenis tanah tersebut.
2. Tentukan jumlah tenaga buruh yang diperlukan untuk menaikkan tanah .
3. Taksir perkiraan waktu yang diperlukan untuk mengisi sebuah truck
4. Dihitung waktu yang diperlukan untuk mengangkut bolak balik.
5. Tentukan jumlah truck yang diperlukan.
6. Hitung waktu yang diperlukan untuk mencangkul tanah.
7. Hitung waktu yang diperlukan untuk menyebar tanah di tempat yang diperlukan (dengan tenaga buruh atau dengan bulldozer).
8. Hitunglah biaya alat-alat setiap jamnya.
9. Hitung hasil kerja buruh setiap jam.
10. Hitung biaya tiap m^3

Contoh :

Hitunglah biaya untuk menggali tanah untuk keperluan gudang bawah tanah yang berukuran 18 m x 30 m dengan kedalaman rata-rata 1,50m. Tanah keadaannya kering dan biasa (tidak keras), tidak diperlukan dilakukan pembongkaran terlebih dahulu. Jarak angkut 1 km. Upah mandor Rp. 400,–/jam, upah buruh Rp. 173,45, sudah termasuk pajak upah dan assuransi. Kecepatan truck 25 km/jam, kapasitas muatan 2 m^3 Sewa truck Rp. 1500,–/jam. Sewa alat-alat tangan ditaksir Rp. 200,–/jam, seluruhnya.

Jawab :

Volume galian 18 x 30 x 1,5 = 810 m^3.

Dicoba dengan 10 orang buruh mengisi truck yang berdiri disekeliling truck.

Waktu diambil 0,85 jam kerja untuk mencangkul dan menaikkan 1 m^3 tanah.

Jadi :

Waktu yang diperlukan untuk mengisi sebuah truck : $\frac{2 \times 0,85}{10}$ = 0,17 jam atau 10 menit

Lubang galian cukup besar sehingga 2 kelompok buruh dapat bekerja tanpa mengganggu satu sama lain.

Waktu untuk satu kali angkut :

1 menit memarkir truck + 10 menit mengisi + 2,4 menit pergi + 2 menit menurunkan muatan + 2,4 menit pulang + 2,8 menit waktu terbuang = 20 menit.

Tiap kelompok akan memerlukan $\frac{20}{10}$ = 2 buah truck; jadi 4 buah truck untuk 2 kelompok kerja agar tidak ada waktu terbuang. 2 orang buruh diperlukan untuk membersihkan muatan truck di tempat pembuangan.

Jadi jumlah pekerja = 1 Mandor + 20 orang buruh + 2 buruh yang membersihkan truck muatan

Upah buruh :

1 x Rp. 400,– + 20 x Rp. 173,45 + 2 x Rp. 173,45
= Rp. 4.215,90/jam

Sewa truck dan alat-alat :

Rp. 1,500,- + Rp. 200,--	= Rp. 1.700,-- /jam
Jumlah	= Rp. 5.915,90/jam
Overhead 10%	= Rp. 591,59/jam
Jumlah	= Rp. 6.507,49/jam
Profit 10%	= Rp. 650,75/jam
Jumlah biaya seluruhnya	= Rp. 7.158,24/jam

Hasil kerja tiap jam : 2 m^3 /10 menit atau 12 m^3 /jam
Untuk 2 kelompok kerja = 2 x 12 m^3 /jam = 24 m^3 /jam
Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan = $\frac{810}{24}$
= 33,75 jam ∽34 jam
Biaya seluruhnya :

Rp. 7.158,24 x 34 = Rp. 243.380,16

Biaya tiap m^3 = Rp. 243.380,16 : 810 = Rp. 300,47
Kemungkinan menggunakan shovel loader kecil akan lebih murah dari pada dengan tangan, hal ini harus diselidiki terlebih dahulu.

Menggali dengan alat berat dan mengangkut dengan dump truck atau alat angkut lainnya :
Ada bermacam-macam alat menggali seperti : Power shovel, backhoe, Cranes with buckets, draglines, graders dan lain sebagainya.
Hasil galian dapat diangkut dengan dump truck, dengan tracktor yang menarik beberapa gerobak atau dengan lain cara tergantung cara mana yang lebih murah biayanya dan cepat selesainya.
Untuk volume yang besar yang harus dipindah pada jarak yang relatif dekat sedang keadaan jalan kurang baik pengangkutan dengan gerobak-gerobak yang ditarik traktor dengan kapasitas sebesar 10 m^3 tiap gerobak akan lebih murah, sedang untuk jarak yang jauh melalui jalan yang cukup baik akan lebih murah bila diangkut dengan dump truck.
Setiap alat gali tentunya hanya sesuai untuk keadaan tertentu, hal ini tentunya harus diperhitungkan benar-benar, juga jumlah alat pengangkut harus ditentukan sedemikian sehingga baik alat gali maupun alat pengangkut tidak ada yang tidak bekerja (idle).
Baik alat gali maupun alat angkut bermacam-macam kapasitasnya, misalnya dump truck berkisar dari 1,5 m^3 sampai 15 m^3, sedang muatan yang sebenarnya hanya 75% dari kapasitas muat yang diizinkan.
Hasil kerja backhoe biasanya 15% sampai 30% kurang daripada shovel dengan tenaga dan ukuran sendok yang sama.

Traktor dengan rantai dengan scraper dipakai untuk memindahkan tanah secara besar-besaran sedang jarak angkutnya sampai ± 500 m.Daya angkutnya lebih besar dari pada traktor dengan roda karet tapi kecepatan geraknya hanya sekitar 10 km/jam.
Ukuran scraper berkisar antara 3,5 m^3 sampai 15 m^3 atau lebih.
Penggunaan traktor dengan roda karet dengan scraper lebih ekonomis bila jarak angkut lebih dari 350 m, karena kecepatan geraknya lebih besar ±45 km/jam.
Kadang-kadang diperlukan traktor lain untuk mendorong pada waktu scraper memgisi muatan.
Bila jarak angkut 1,5 km atau lebih maka penggunaan power shovel dengan dump truck akan lebih ekonomis.
Jadi dapat disimpulkan sebagai berikut, untuk menghitung biayanya :

1. Hitung volume galian.
2. Pilih alat-alat berat yang tepat.
3. Tentukan jumlah buruh yang diperlukan.
4. Hitung kapasitas kerja alat-alat berat dan buruhnya (m^3 /jam).
5. Hitung jam kerja yang diperlukan.
6. Hitung biaya tiap jam.
7. Hitung biaya seluruhnya termasuk biaya alat berat, buruh, overhead, keuntungan.
8. Hitung biaya tiap m^3

Contoh 1 :

Menggali dengan wheel-tractor-scraper unit :
Hitunglah biaya menggali, mengangkut, menimbun tanah sebanyak 33.000 m^3, hasil galian dipergunakan untuk jalan raya. Keadaan tanah biasa. Tanah tidak dipakai, langsung dibuang ketempat sejauh 1,4 km dari tempat penggalian.
Pelaksana akan menggunakan 5 buah wheel tractor-scraper unit dengan kapasitas 10 m^3 dan sebuah tractor untuk membantu waktu mengisi muatan.
Jalan cukup rata sehingga waktu pergi dapat bergerak dengan kecepatan 18 km/jam sedang pulangnya dengan kecepatan 28 km/jam dalam keadaan kosong.

Jawab :

Waktu yang diperlukan untuk satu kali angkut ialah 2 menit mengisi muatan, 4 menit pergi, 1 menit menurunkan muatan dan kembali 2,7 menit dan waktu terbuang 3 menit sehingga jumlahnya 12 menit.

Tiap scraper akan mengangkut 5 x 10 = 50 m^3/jam, jadi 5 buah scraper = 5 x 50 = 250 m^3 /jam.

Waktu yang diperlukan $= \frac{33.000}{250} = 132$ jam kerja

Buruh :
Kelompok kerja terdiri dari 1 Mandor, 6 Operator (upahnya sudah termasuk sewa alat berat), 2 buruh.
Upah mandor Rp. 400,–,buruh Rp. 173,45, setiap jamnya.
Jadi upah buruh = 1 x Rp. 400,– + 2 x Rp. 173,45
= Rp. 746,90/jam

Alat-alat berat :
Sewa : wheel tractor-scraper unit @ Rp. 16.100,–
5 x Rp. 16.100,– = Rp. 80.500,–/jam
1 Bulldozer pendorong @ = Rp. 12.250,–/jam
Mengangkut alat-alat berat ke tempat pekerjaan dengan trailer.
6 tractor + 5 scraper, diselesaikan 6 hari
@ Rp. 11.000/jam = Rp. 11.000,–/jam
sehari bekerja 8 jam.

Jadi biaya untuk pekerjaan ini.
Upah buruh Rp. 746,90 x 132 = Rp. 98.590,80
Sewa 5 wheel tractor-scraper unit :
5 x Rp. 80.500,– x 132 = Rp. 53.130.000,–
Sewa 1 bulldozer pendorong :
Rp. 12.250 x 132 = Rp. 1.617.000,–
Mengangkut alat-alat berat bolak bolik :

8jam x 6 hari x Rp. 11.000,– x 2	= Rp. 1.056.000,–
Jumlah	= Rp.55.901.590,80
Overhead 10%	= Rp. 5.590.159,08
Jumlah	= Rp.61.491.749,88
Profit 10%	= Rp. 6.149.174,98
Jumlah biaya seluruhnya	= Rp.67.640.924,86
Dibulatkan	= Rp. 67.640.925,–

Jadi tiap m^3 biayanya = $\frac{\text{Rp. } 67.640.925}{33.000}$ = Rp. 2049,73.

Contoh 2 :

Menggali dengan tracktor loader diangkut dengan dump truck :
Hitunglah biaya menggali tanah untuk pondasi sebuah bangunan.
Lubang galian berukuran 35 m x 30 m dan dalamnya 1,50 m. Keadaan tanah, tanah biasa dan cukup kering. Tanah harus dibuang sejauh 1,20 km.
Pelaksana akan menggunakan front end loader yang berkekuatan 70 Hp dengan kapasitas sekopnya 0,75 m^3 dan 4 buah dump truck yang berkapasitas 2,50 m^3. Alat gali diangkut dengan trailer ketempat pekerjaan dengan biaya Rp. 88.000,–.
Sewa front end loader Rp. 4.632,–/jam, sewa dump truck Rp. 2.500,–/jam.
Diperlukan 1 orang mandor dan 1 orang buruh untuk membantu.

Jawab :

Volume galian = 35 m x 30 m x 1,5 m = 1.575 m^3
Kecepatan truck 30 km/jam.
Waktu satu kali angkut :

2,5 menit memuat + $\frac{1,2}{30}$ x 60 = 2,4 menit mengangkut + 1 menit menurunkan muatan + 2,4 menit kembali + 1,7 menit waktu terbuang = 10 menit

Tiap truck akan mengangkut $\frac{60}{10}$ x 2,5 m^3 = 15 m^3 /jam

Jadi 4 buah truck = 4 x 15 = 60 m^3 /jam

Jam kerja yang diperlukan = $\frac{1.575}{60}$ = 26,25 jam a 27 jam

Jadi biaya yang diperlukan :
Upah buruh :
(1 mandor x Rp. 400,– + 1 buruh x Rp. 173,45) x 27 jam
= Rp. 15.483,15

Sewa front end loader 1 x Rp. 4.632,– x 27 = Rp. 125.064,–
Sewa truck 4 x Rp. 2500,– x 27 = Rp. 270.000,–
Mengangkut sebelum dan sesudah pekerjaan selesai
2 x Rp. 88.000,– = 176.000,–
dipindahkan jumlah = Rp. 586.547,15

pindahan Jumlah	= Rp.	586.547,15
Overhead 10%	= Rp.	58.654,70
Jumlah	= Rp.	645.201,85
Profit 10%	= Rp.	64.520,10
Jumlah biaya seluruhnya	= Rp.	709.721,95

Jadi biaya tiap $m^3 = \frac{Rp.\ 709.721,95}{1.575} = Rp.\ \ 450,62$

Contoh 3 :

Hitunglah biaya menggali $3000 m^3$ kerikil dari sumber alam dan menimbunnya ditempat itu juga. Dragline dipergunakan untuk pekerjaan ini, yang berkapasitas 2,5 m^3 sekali keruk, dengan panjang lengan 20 m. Dragline diangkut ke tempat pekerjaan dengan biaya Rp. 88.000,–, ongkos retribusi daerah untuk bahan tersebut Rp. 100,–/m^3 .
Seorang petugas dari pelaksana mengawasi pekerjaan ini dan berkendaraan jeep yang sewanya Rp. 2500,–/jam, sedang sewa dragline Rp. 14.ooo/jam.
Upah petugas Rp. 400,–/jam sudah termasuk pajak upah dan assuransi.

Jawab :

Waktu satu kali keruk diperlukan $\frac{2}{3}$ menit, jadi setiap jam kapasitas kerjanya ialah $\frac{60}{2/3} \times 2,5 = 225\ m^3$/jam.

Jam kerja yang diperlukan $= \frac{3.000}{225} = 13,33$ jam atau 14 jam

Jadi biaya pekerjaan ini :

Biaya daerah 3.000 m^3 x Rp. 100,–	= Rp. 300.000,–
Upah petugas 14 x Rp. 400,–	= Rp. 5.600,–
Sewa jeep 2 x 8 x Rp. 2500,– (2 hari)	= Rp. 40.000,–
Sewa dragline 14 x Rp. 14.000,–	= Rp. 196.000,–
Ongkos angkut 2 x Rp. 88.000,–(pulang pergi)	= Rp. 176.000,–
Jumlah	= Rp. 717.600,–
Overhead 10%	= Rp. 71.760,–
	= Rp. 789.360,–
Profit 10%	= Rp. 78.936,–
Jumlah biaya	= Rp. 868.296,–

Biaya tiap $m^3 = \frac{Rp.\ 868.296,-}{3.000} = Rp.\ 289,93.$

Menyebar dan memadatkan tanah :

Pada suatu pekerjaan kadang-kadang tanah galian disebarkan disuatu tempat dan dipadatkan.
Biasanya tanah dipadatkan selapis demi selapis dengan tebal 15 cm.
Bila tanah terlalu kering harus dibasahi agar dapat dipadatkan lebih sempurna.
Pemadatan dilakukan dengan bulldozer, atau mesin giling yang beroda karet atau yang beroda besi atau dengan sheepfoot roller tergantung jenis tanah dan keperluannya, sedang menyebarkan tanah dilakukan oleh grader atau bulldozer.
Pemadatan kadang-kadang memerlukan 6 sampai 15 balik dengan sheepfoot roller.
Kecepatan gerak alat pemadat hanya sekitar 4 km sampai 7 km/jam.

Contoh 4 :

Menyebar dan memadatkan tanah :
Hitunglah biaya menyebar dan memadatkan tanah sebanyak 33.000 m^3 untuk keperluan pembuatan jalan . Tanah didatangkan dengan scraper dengan kapasitas 200 m^3/jam. Tanah mempunyai kandungan air (moisture content) 8% dan diperlukan 12%. Tiap lapis tanah tebalnya 15 cm. Tanah yang telah dipadatkan beratnya 1.460 kg/m^3
Dalam specifikasi dijelaskan bahwa menyebarkan tanah harus dengan grader dan dipadatkan 12 balik dengan sheepfoot roller.
Seorang mandor ditempatkan sebagai pengawas.

Jawab :

Jam kerja yang diperlukan $\frac{33.000}{200} = 165$ jam.

200 m^3 tanah dapat menutupi luas sebesar $\frac{200}{0,15} = 1.333\ m^2$

Menyebar tanah :
Grader berkekuatan 75 Hp. dengan blade selebar 2,40 m (lebar effective 1,50 m), dengan kecepatan gerak 3 km/jam (termasuk membelok dan kehilangan-kehilangan waktu) akan membereskan daerah seluas = 3 x 1.000 x 1,50 = 4.500 m^2/jam.Grader harus meratakan tanah 3 sampai 4 balik untuk daerah seluas 1.333 m^2 , diambil 3 balik sudah cukup baik.

Membasahi tanah :
Air yang diperlukan 12 – 8 = 4% x berat tanah yang disebarkan

Tanah disebarkan tiap jam = 200 x 1.460 = 292.000 kg.
Air yang diperlukan tiap jam = 4% x 292.000 =11.680 kg atau 11.680 liter.
Pelaksana mempunyai truck tangki yang berkapasitas 8.000 liter jadi diperlukan 1,5 truck tangki tiap jam (atau 3 tangki tiap 2 jam).
Harga air Rp. 70 x 8 m^3 =Rp. 560,–/tangki.
Truck tangki harus berjalan sejauh 5 km untuk mengambil air dengan kecepatan 30 km/jam.
Waktu yang diperlukan 1 kali mengangkut air = 10 menit pergi + 5 menit mengisi air + 10 menit pulang + 12 menit menyemprot tanah + 3 menit waktu terbuang = 40 menit.
Jadi truck tangki dapat mengangkut 3 kali dalam waktu 2 jam

Memadatkan tanah :
Tanah yang dipadatkan seluas 1.333 m^2 sekali jalan, 12 balik :
12 x 1.333 = 15.996 m^2
Dipergunakan sheepfoot roller dengan lebar kaki 1,20 m.
Luas daerah yang dipadatkan tiap jam dengan kecepatan 4 km/jam. :
4 x 1.000 x 1,2 = 4.800 m^2

Jadi mesin pemadat yang diperlukan = $\frac{15.996}{4.800}$ = 3.3 ~ 3buah

Sheepfoot roller ini ditarik oleh 3 buah bulldozer berkekuatan 75 Hp.

Jadi biaya pekerjaan ini setiap jam :
a. Upah buruh = Rp. 400,–/jam (mandor) = Rp. 400,–
b. Alat-alat berat :
Sewa grader 1 x Rp. 6.553,–/jam = Rp. 6.553,–
Sewa tangki air Rp. 3.750,–/jam x 1,5 = Rp. 5.625,–
Sewa 3 bulldozer Rp. 5.444,–/jam x 3 = Rp.16.332,–
Sewa 3 sheepfoot roller
Rp. 1.675,–/jam x 3 = Rp. 5.025,–
Bahan :
Air dibeli 3 tangki @ Rp. 560,– tiap 2 jam
jadi $\frac{3 \times 560}{2}$ = Rp. 840,–

pindahan Jumlah = Rp.34.775,–/jam
Overhead 10% = Rp. 3.477,50/jam
Jumlah = Rp.38.252,50/jam

Profit 10% = Rp. 3.825,25/jam
Jumlah biaya seluruhnya = Rp 42.077,75/jam

Biaya tiap m^3 = $\frac{\text{Rp. } 42077,75}{200}$ = Rp. 210,39

Biaya seluruhnya = Rp. 42.077,75 x 165 jam
= Rp. 6.942.828,75

Menggali batuan :

Batu dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu : batu lunak, batu sedang, batu keras, tergantung dari mudahnya atau sukarnya dibor dan diledakkan.
Cara menggali atau lebih tepat membongkar batu tentunya berlainan dengan cara membongkar tanah.
Untuk menghitung volumenya biasanya dihitung sebelun dibongkar yaitu pada keadaan asalnya bukan sesudah dibongkar. Batu ditempat asalnya 1 m^3 bila telah dibongkar dapat menjadi 1,25 m^3 atau 1,50 m^3 volumenya.
Menggali batu termasuk pekerjaan melepaskan atau meledakkannya, kemudian memecahkan bagian -bagian yang besar menjadi bagian yang kecil-kecil, memuat kedalam truck, mengangkutnya dan menurunkan ditempat yang diingini.
Batu biasanya di bor terlebih dahulu, lalu lobang-lobang bor diisi bahan peledak lalu diledakkan sehingga pecah, kemudian memecahkan bagian-bagian yang masih berukuran besar dengan cara yang sama atau dipukul dengan palu yang berat.

Mesin bor :
Ada bermacam-macam alat bor yaitu :
1. Bor tangan yang dijalankan oleh tekan angin dari kompressor, beratnya sekitar 15 kg sampai 30 kg, dapat membuat lobang bergaris tengah sampai 6,5 cm, dan dalamnya sampai 6 m, disebut Jackhammer.

2. Bor seperti diatas tetapi lebih besar biasa diberi kaki tiga (tripod) sewaktu mengebor, ada juga yang diberi roda agar mudah dipindahkan, bor ini disebut drifter, yang beroda disebut a wagon drill.

Bor yang disebut diatas cara bekerjanya dengan memukul-memukul batu sehingga menjadi pecahan-pecahan kecil.

3. Bor yang berputar :
   cara bekerjanya dengan menggerinda batu karena putaran.
   Pekerjaan ini dilakukan oleh pahat yang dipasang diujung batang yang berputar.

Jenis pahat ada bermacam-macam juga bahannya. Ada ujumg pahat yang dibuat dari Turgsten carbide dan untuk batu yang sangat keras ujung pahat dibuat dari intan.
Tabel 3 – 10 menyajikan data kapasitas pengeboran dalam m/jam.

Tabel 3 – 10

Jenis bor	Jenis batu	Garis tengah, cm					
		3,75	5	6,25	7,50	10	15
1. Bor tangan (Jackhammer)	lunak	4,50 – 6,00	3,50 – 6,00	3,00 – 4,50			
	sedang	3,00 – 4,50	2,40 – 3,50	2,15 – 3,00			
	keras	2,15 – 3,00	1,50 – 2,75	1,20 – 2,40			
2. Bor drifter	lunak	9,15 – 15,0	9,15 – 15,0	9,15 – 15,0	6,0 – 15,0	3,50 – 7,50	
	sedang	7,50 – 10,0	6,00 – 10,0	6,00 – 9,15	4,5 – 9,15	2,15 – 4,50	
	keras	4,50 – 9,15	3,50 – 9,15	3,00 – 7,50	1,5 – 6,00	0,90 – 2,40	
3. Dengan mata bor intan (diamond)	lunak	1,50 – 3,50	1,50 – 3,00	1,20 – 2,75	1,2 – 2,40	0,90 – 2,15	0,9 – 1,8
	sedang	1,20 – 3,00	1,20 – 2,40	0,90 – 2,15	0,9 – 1,80	0,60 – 1,50	0,6 – 1,2
	keras	0,90 – 2,40	0.90 – 2,15	0,90 – 1,80	0,6 – 1,50	0,30 – 1,20	0,3 – 0,9

Bahan peledak :
Bahan peledak yang dipakai ada 2 macam yaitu : yang mempunyai daya ledak lambat menggunakan serbuk dan yang mempunyai daya ledak cepat menggunakan dinamit.
Banyaknya pemakaian bahan peledak tergantung dari kerasnya batuan yang akan dibongkar biasanya antara 0,50 kg sampai 1,25 kg tiap m^3nya (1 m^3 batu yang telah lepas) Untuk terowongan kadang-kadang dipakai bahan peledak sebanyak 6 kg tiap m^3 batu.
Untuk meledakkannya tentunya diperlukan alat-alat seperti kabel-kabel

tombol penekan, topi peledak (blasting cap), primeis dan sekering.
Alat-alat untuk memecahkan batu-batu tentunya diperlukan seperti, palu, kompressor, mesin bor, dan alat untuk mengasah ujung bor.
Untuk menghitung biaya menggali batuan ini, biasanya dikerjakan oleh perusahaan yang diawasi ketat oleh pemerintah, karena menggunakan bahan peledak.
Biasanya kita berikan gambar yang jelas mana-mana bagian yang harus digali misalnya untuk jalan atau terowongan, kemudian mereka yang akan menentukan biayanya, di Indonesia misalnya PT. Dahana.
Pemakaian buruh :
Penggunaan banyaknya buruh tergantung dari kerasnya batuan, kondisi setempat dan ketrampilan buruhnya.
Biasanya membuat terowongan lebih banyak menggunakan buruh dari pada penggalian terbuka .
Setelah batuan lepas akibat peledakan, kemudian batu-batu yang besar-besar dipecahkan lagi baik dengan tenaga buruh atau dengan bahan peledak, baru setelah itu batu-batu dapat disingkirkan ketempat yang diinginkan dengan menggunakan tenaga buruh atau alat berat (shovel) untuk menaikkannya keatas alat-alat pengangkut.
Biasanya overhead diambil besar sampai sekitar 25% karena besarnya resiko dan ketidak tentuan dalam pelaksanaan.

bab IV

Pemancangan tiang dan konstruksi penguat

Jenis pancangan ;

1. Yang berbentuk tiang, untuk menahan beban.
2. yang berbentuk pipih, untuk menahan geseran tanah.

Bahan yang dipakai ialah kayu, baja dan beton.

Cara memancang :

Memasang tiang pancang untuk yang sederhana dapat dilakukan dengan tangan, untuk yang lebih berat dengan kaki tiga dan palu yang ditarik tangan atau mesin, dan untuk tiang yang lebih berat lagi menggunakan alat pancang dengan mesin diesel.

Beratnya palu pemukul dapat berkisar antara 200 kg sampai 2.000 kg; dan tinggi jatuh palu sekitar 6 m.

Penentuan berat palu tergantung dari beratnya tiang, jenis tanahnya, dan panjangnya tiang.

Palu memerlukan rel dan tiang untuk mengarahkan pukulan tepat di atas kepala tiang biasanya memukul 4 sampai 10 kali tiap menitnya.

Palu dapat digerakkan oleh uap atau tekanan udara, dan menurut geraknya dapat dibagi menjadi 3 jenis :

1. Palu dengan gerak tunggal (singgle acting hammer);
   Palu diangkat oleh uap atau tekanan udara, lalu jatuh bebas, memukul kepala tiang.

2. Palu dengan gerak kembar (double acting hammer);
   Dimana palu jatuh dibantu dengan tekanan uap atau udara.
3. Palu dengan gerak differensial (differential acting hammer);
   Dimana terdapat 2 buah torak yang bergerak, jadi uap atau tekanan angin dipakai untuk menaikkan palu dan menambah percepatan pada waktu memukul tiang.

Alat pancang diesel, adalah alat pancang yang lengkap, yang memakai diesel sebagai sumber tenaga.
Untuk menentukan biaya tentunya harus ditentukan dulu jenis alat pancang apa yang akan dipakai dan bagaimana caranya memancang.
Dibawah ini akan dijelaskan bagaimana menghitung besarnya palu yang akan dipakai dengan salah satu rumus.
"The engineering News- formula", banyak dipakai sejak lama.

$$Q_s = \frac{16\ W\ H}{S + c}$$

Q_s = beban statis diatas tiang, (ton)
W = berat palu , (ton)
H = tinggi palu jatuh (m)
S = turunnya tiang setiap 3 pukulan (cm)
c = 2,5 untuk palu yang dijatuhkan
c = 0,25 untuk palu dengan gerak tunggal (singgle acting steam hammer)

Penyemprotan air (Jetting) baik dipergunakan untuk tanah jenis pasir, kerikil atau tanah liat yang agak lepas, dan ukuran palu dapat diperkecil karena dibantu dengan penyemprotan.
Tiang kadang-kadang dicabut kembali dengan mesin atau tangan (Tuas) karena salah pancang.
Kepala tiang biasanya diberi pelindung agar tidak pecah, yaitu pelindung kayu atau tali yang digulung. Pada tiang kayu kadang-kadang kepalanya diberi ring dari baja agar tidak pecah.

Faktor-faktor yang mempengaruhi anggaran biaya pemancangan :

1. Jenis tanah; memancang tiang pada lumpur, tanah liat lebih mudah daripada memancang pada tanah pasir, kerikil atau tanah cadas lunak.
2. Tiang, apakah dibuat ditempat atau diangkut.
3. Ukuran dan beratnya tiang.
4. Dalamnya pemancangan.
5. Jarak dari tiang pancang ke tiang pancang lainnya.
6. Cara pemancangan.
7. Alat pancang yang dipergunakan.
8. Pekerjaan -pekerjaan tanbahan lain, seperti, memotong kepala tiang, menyambung tiang pancang meluruskan tiang, mencabut kembali tiang.
9. Ketrampilan buruh dan besarnya upah.
10. Peraturan peraturan khusus setempat.

Jadi biaya-biaya yang harus diperhitungkan ialah :

1. Biaya tiang pancang dan biaya-biaya tambahannya seperti : mengangkut dan lain-lain.
2. Biaya kelompok buruh yang bekerja.
3. Biaya sewa alat.
4. Berapa buah tiang yang harus dipancang.
5. Jumlah biaya buruh dan alat.
6. Overhead atau biaya tidak terduga.
7. Keuntungan atau profit.
8. Jumlah seluruh biaya.

Alat-alat pancang :

Alat-alat pancang dengan tenaga uap dan tekanan udara :
Pada alat pancang dengan gerak tunggal beratnya pemukul dari beberapa ratus kg sampai 10 ton atau lebih. Beratnya pemukul biasanya dibawah sedikit dari setengah berat palu (hammer) yang dimaksud palu ialah pemukul dengan segala peralatannya.
Pada alat pancang dengan gerak kembar mempunyai pemukul lebih kecil, naik turunnya lebih pendek jaraknya, dan mempunyai kecepatan pukul yang lebih besar, dan bila dibandingkan dengan alat pancang dengan gerak tunggal jumlah pukulannya 2 kali lebih banyak tiap menitnya.
Berat pemukulnya kira-kira $\frac{1}{7}$ kali berat palu yang kecil atau kira-kira $\frac{1}{3}$ kali berat palu yang berukuran besar.
Alat pancang differensial hampir sama dengan alat pancang dengan gerak kembar dan mempunyai jumlah pukulan yang sama setiap menitnya sedang berat dan jatuhnya pemukul hampir menyerupai alat pancang dengan gerak tunggal, tetapi alat pancang differensial akan memancang tiang lebih cepat dari alat pancang dengan gerak tunggal yang berukuran sama.

Pada tabel 4 – 1 dibawah ini disajikan data rata-rata, tidak dimasukkan ukuran dan jenisnya alat pancang apakah dengan uap atau tekanan udara. Data dari pabrik yang khusus tentunya lebih tepat.
Alat pancang yang kecil biasanya memukul lebih banyak tiap menitnya dari pada alat pancang yang besar.

Tabel 4 – 1 : Data untuk alat pancang bertenaga uap dan tekanan udara

	Uraian	Gerak tunggal (single acting)	Gerak kembar (double acting)	Gerak differensial (differential acting)
1.	Kerja / Enersi, kgm tiap pukulan	112 – 8.400	140 – 7.700	504 – 7.000
2.	Pukulan tiap menit	80 – 50	300 – 85	150 –100
3.	Berat pemukul (ram)*, kg	250 – 9.000	90 – 2.700	8.000 – 9.000
4.	Berat palu (hammer)**, kg	630 – 16.000	680 – 9.500	1.860 – 17.000
5.	Jarak langkah, cm	53 – 101	17 – 90	25 – 40
6.	Udara 6,8 atm, m^3/sec	0,03 – 1,00	0,08 – 1,10	0,14 – 0,85
7.	Tenaga boiler, hp. (tenaga kuda)	5 – 150	15 – 160	25 – 120

* Rammer alat pemukulnya saja.
** Palu adalah alat pemukul beserta tempatnya dan alat-alatnya

Alat pancang bertenaga diesel :

Alat ini lebih ringan, lebih ekonomis dan baik untuk memancang di tanah keras. Pukulan tiap menit kurang dari pada alat pancang dengan gerak kembar atau yang bertenaga uap.
Alat ini hampir sejenis kerjanya dengan alat pancang dengan gerak tunggal baik yang digerakkan dengan uap atau udara bertekanan tinggi palu diesel lebih panjang dari pada palu bertenaga uap atau tekanan udara bertekanan tinggi, biasanya sekitar 4 m atau lebih.
Berat pemukul biasanya 30% – 40% berat palu.

TABEL 4 – 2 menyajikan data rata-rata untuk alat pancang bertenaga diesel

Uraian	Data
Kerja / Enersi kgm	630 – 6.300
Pukulan tiap menit	40 – 106
Berat pemukul, kg	700 – 2.250
Berat palu, kg	1.400 – 6.000
Bahan bakar diesel, l / jam	3 – 13
Minyak pelumas, l / jam	0,45 – 1,89

Banyaknya minyak diesel dipergunakan tiap jam, kira-kira :

$$\text{Minyak diesel (l)} = \frac{\text{Enersi (kgm) x Jumlah pukulan tiap menit}}{500.000 \times \frac{1}{27{,}04}}$$

Kompressor udara :
Biasanya alat ini mudah dibawa-bawa, udara yang dihasilkan biasanya bertekanan 4 atm, 7 atm, atau 8,5 atm. Kompressor dengan 1 atau 2 tingkat (2 stages) membunyai kapasitas dari 0,05 m^3
tingkat (2 stages) mempunyai kapasitas dari 0,05 m^3/detik sampai 0,5 m^3 /detik, menggunakan bahan bakar bensin atau diesel.
Tekanan udara yang diperlukan untuk menggerakkan pemukul alat pancang biasanya terdapat didalam buku petunjuk pemakaian alat tersebut, tetapi kebutuhan ini tidak memperhitungkan kebocoran-kebocoran yang terjadi, jadi sebaiknya dipilih yang mempunyai kapasitas 10% atau 15% lebih.
Rumus untuk menghitung perkiraan banyaknya udara yang dibutuhkan termasuk kebocoran -kebocoran ialah :

$$\text{Udara (} cm^3 \text{/ sec)} = \frac{\text{Enersi (kgm) x Jumlah pukulan tiap menit}}{K \times 296 \times 10^{-6}}$$

Dimana K = 1.000 untuk palu dengan gerak tunggal, yang berukuran kecil.
K = 1.250 untuk palu dengan gerak tunggal, berukuran besar.
K = 1.500 untuk palu dengan gerak kembar, berukuran kecil

K - 1.700 untuk palu dengan gerak kembar, berukuran besar.
K = 1.600 untuk palu dengan gerak differensial, berukuran kecil
K = 2.000 untuk palu dengan gerak diferensial berukuran besar.

Keran pengangkut (cranes) ; derek :
Keran yang dipilih hendaknya cukup ukuran dan kapasitasnya untuk mengangkat tiang, menempatkannya dan memikul palu.
Jadi kapasitas derek haruslah lebih besar dari beban yang diangkat dan panjang lengannya harus lebih panjang dari panjang tiang ditambah dengan panjang palu.
Keran pengangkat dapat diletakkan diatas truck, traktor dengan roda rantai atau diatas landasan baja (skid).
Kapasitasnya berkisar antara 4 sampai 40 ton dengan lengan yang panjangnya 35 m.
Keran pengangkat biasanya menggunakan bahan bakar diesel atau bensin.

Alat-alat pelengkap :
Alat-alat pelengkap perlu diadakan yaitu alat-alat sebagai berikut :
1. Penutup kepala tiang.
2. Bantalan kepala tiang.
3. Rel pengarah pukulan dan tempat berdiri tiang.
4. Pipa-pipa flexible untuk udara bertekanan atau uap, beserta sambungan-sambungannya.
5. Alat-alat kecil lainnya seperti alat-alat pengencang baut, dan lain-lain
6. Suku-suku cadang.
7. Tangki bahan bakar bila tempat jauh dari kota.

Untuk alat pancang bertenaga uap diperlukan ketel uap (boiler).
Ketel uap jenis vertikal berkekuatan sekitar 20 – 90 bhp (boiler horse power), dan ketel uap jenis lokomotip, berkekuatan sekitar 25 sampai 175 bhp. Tekanan uapnya sekitar 10 atmosfir.
Boiler yang kecil dapat diberi roda dan dapat ditarik kendaraan biasa, sedang boiler yang besar diletakkan diatas landasan baja.
Enersi (daya) yang diperlukan untuk memukul tiang :
Enersi biasanya dinyatakan dengan kgm. Besarnya enersi yang diperlukan tergantung dari ukuran dan beratnya tiang pancang, dalamnya pancangan, jenis tanahnya, gesekan dari tiang pancang dengan tanah, dan

juga harus di perhitungkan kehilangan-kehilangan enersi seperti : pada tumbukan (impact) kompressi sementara antara kepala tiang dengan tudung tiang dan kehilangan-kehilangan enersi pada palu serta kehilangan enersi karena gesekan dalam dari tanah.

Memilih palu :
Palu yang dipilih hendaknya palu yang cukup untuk mengatasi hal-hal yang disebutkan diatas.
Jadi palu yang dipilih yang paling besar tapi tanpa merusak tiang dan tidak akan memukul dengan tenaga berlebih-lebihan.
Dari pengalaman diperoleh bahwa palu dengan pemukul yang berat tetapi dengan langkah yang pendek lebih baik dari pada palu dengan pemukul yang lebih ringan tetapi dengan langkah yang panjang, meskipun besarnya enersi akan sama setiap pukulannya.
Palu dengan langkah pukulan yang banyak setiap menitnya akan mengurangi gesekan, karena apabila didiamkan terlalu lama gesekan menjadi besar .
Kepala tiang dapat dilindungi dengan topi tiang yang sesuai. Untuk tiang kayu biasanya diikat dengan pita baja agar tidak pecah kepalanya.
Kepala tiang beton diberi bantalan.
Sepatu tiang kadang-kadang diperlukan untuk tanah yang keras, biasanya dibuat dari baja.
Secara teoritis enersi tiap pukulan untuk alat pancang gerak tunggal sama dengan berat pemukul dikalikan dengan jarak langkah.
Untuk alat pancang dengan gerak kembar atau alat pancang dengan gerak differensial, enersi teoritis setiap pukulan sama dengan berat pemukul dikalikan panjang langkah ditambah dengan tenaga udara atau uap ketika sedang bergerak kebawah memukul kepala tiang.
Jadi ukuran palu yang dibutuhkan untuk memukul tiang tergantung dari jenis tanah, dalamnya tiang pancang, berat dan panjangnya tiang, karena itu maka data yang disajikan pada tabel 4 – 3 adalah harga rata-rata saja, yang kemungkinan palu yang tepat dapat berukuran lebih besar atau lebih kecil.

Tabel 4 – 3 : Ukuran palu untuk memancang tiang.
Palu (kgm tiap pukulan) = C (konstanta pada tabel) x berat tiang pancang (kg).

Jenis & berat tiang pancang	Panjang tiang m	Pemancangan di tanah liat terlalu keras C	Pemancangan di tanah keras C
Turap kayu (Tiang pancang pipih) 50,4 – 504 kg / m^2	5 8	1,83 1,52	2,14 1,83
Tiang pancang kayu, 37,5 – 52,5 kg / m'	8 16 26	1,52 1,22 0,92	1,83 1,52 1,22
Turap baja 17,5 – 85 kg / m'	6 12 20	1,07 0,92 0,77	1,22 1,07 0,92
Tiang baja berbentuk H, 60 – 445 kg / m'	10 20 30	0,92 0,77 0,62	1,07 0,92 0,77
Turap beton 110 – 550 kg / m'	6 12 20	0,77 0,71 0,62	0,92 0,83 0,71
Tiang pancang beton 145 – 600 kg / m'	10 20 30	0,77 0,62 0,47	0,92 0,77 0,62

Bahan untuk turap :

Bahan yang dipergunakan dapat terbuat dari kayu, baja atau beton yang bahannya dari kayu panjangnya dapat mencapai 6 sampai 9 m, dari baja dapat mencapai 12 sampai 20 m dan dapat disambung sedang yang dari beton dapat mencapai 35 m panjangnya
Sedang bahan untuk penyokong, penahan dan pengikat dapat terbuat dari kayu atau bahan yang lain yang terbuat dari kayu berukuran dari 5 cm sampai 30 cm x 30 cm. Kayu harganya sekitar Rp. 100.000 tiap m^3 untuk kayu gergajian (Th. 1980), kelas 2. Kayu banyak sekali macamnya dan harganya berlain-lainan. Kayu bekas pakai biasanya keada-

annya sekitar 40% sampai 90% dapat dipakai kembali. Ukuran turap kayu tebalnya dari 5 cm, 7,5 cm sampai 10 cm dengan lebar 10, 15, 20, 25 sampai 30 cm. Yang kebanyakan dipakai berukuran 5 cm x 15 cm, 5 cm x 20 cm, dan 7,5 cm x 20 cm dengan panjang 6 m. Kayu dapat berbentuk persegi panjang atau dengan lidah dan alur.
Yang terbuat dari baja pipih harganya sekitar Rp. 500,– / kg (Th. 1980). Bila dicabut kembali biasanya masih dapat dipakai sekitar 70 sampai 95%. Lebar turap baja berkisar antara 15 cm sampai 50 cm, panjang sampai 20 m dengan berat berkisar antara 17,5 kg / m' sampai 85 kg / m'.
Harga turap beton rata-rata Rp. 205.000 / m^3 (Th. 1980) beratnya 2.400 kg / m^3. Bentuknya persegai panjang atau dengan lidah dan alur, tebalnya 15 cm sampai 30 cm dengan lebar 30 cm sampai 75 cm.
Turap beton lebih ekonomis bila dipakai untuk waktu yang tak terbatas dan daya yang ditahan relatif besar.

Tenaga buruh untuk penerapan :

Tenaga yang dipakai berkisar antara 3 atau 4 orang termasuk mandor sampai 10 atau 12 orang dibawah seorang pengawas, hal ini tergantung dari jenis pekerjaannya.
Bila pemancangan dilakukan dengan tangan, dengan berat palu 10 kg sampai 12 kg, kelompok kerja yang dipakai sekitar 3 a 4 orang. Untuk berat palu yang lebih besar dipakai sekitar 4 a 6 orang.
Untuk mencabut kembali turap biasanya kelompok kerja 3 a 4 orang sudah cukup dengan menggunakan tuas blok dan takel.
Kelompok kerja sebanyak 4 a 5 orang atau lebih biasanya memadai untuk mencabut turap dengan mesin penarik.
Untuk memasang penguatnya diperlukan 2 orang atau lebih tergantung banyaknya yang harus dipasang dan besarnya kayu.
Banyaknya hasil kerja memotong, memasang biasanya sekitar 0,03 m^3 sampai 0,17 m^3 tiap jam kerja atau 13 sampai 80 jam kerja untuk 2,25 m^3 kayu.
Untuk pekerjaan pembongkaran konstrusi kayu biasanya dapat dikerjakan sekitar 0,35 m^3 sampai 1 m^3 tiap jam kerja atau diperlukan 2,5 sampai 7 jam kerja untuk membongkar 2,25 m^3.
Besarnya hasil kerja tergantung dari ketrampilan buruhnya, jenis konstruksinya dan lain sebagainya.

TABEL 4 – 4 Halil kerja buruh rata-rata untuk pekerjaan turap.

jenis pekerjaan	m^2 / Jam kerja	Jam kerja / 10 m^2
Memasang turap (memancang & menyetel)	1,35 – 2,7	3,30 – 7,75
Memancang turap	0,90 – 3,6	2,75 – 11,10
Menarik kembali turap	1,35 – 4,5	2,25 – 7,75

Alat untuk memancang turap :

Jenis dan ukuran alat pancang tergantung dari tanahnya, berat dan ukuran turap.
Untuk turap yang ringan dan relatif pendek pemancangan dapat dilakukan dengan tangan saja memakai palu besar dengan satu atau dua orang pekerja.
Untuk turap yang sedang dan cukup panjang perlu dipakai alat seperti kaki tiga dengan palu yang ditarik dan dijatuhkan. Banyaknya pekerja tergantung beratnya palu.
Untuk turap yang berat dan panjang alat pancang dengan tenaga mesin harus dipergunakan, sewa alat ini bermacam-macam tergantung jenis dan besarnya alat. Sewa sekitar Rp. 14.000,– / jam (Th. 1980).

Biaya tidak terduga dan keuntungan :

Biasanya biaya tidak terduga berkisar antara 10 sampai 25% sedang keuntungan berkisar antara 10 sampai 35%. Prosentase diatas agak besar karena besarnya risiko pekerjaan.

Perkiraan biaya turap kayu :

Umumnya dipakai kayu yang tebalnya 5 cm untuk kedalaman sampai 3,50 m, yang tebal 7,5 cm untuk kedalaman sampai 6 m, sedang yang tebal 10 cm untuk kedalaman sampai 8,5 m, tetapi hal ini tergantung dari keadaan setempat.
Turap kayu jarang dipakai untuk kedalaman lebih dari 6 m.
Balok-balok penguat mendatar dipasang pada jarak 1,00 m sampai 1,80 m, jaraknya harus lebih kecil bila dipasang dekat dengan dasar galian.
Untuk galian yang dalamnya sampai 3 m, dipakai balok penguat mendatar berukuran 10 cm x 10 cm dengan jarak 1,20 m sampai 1,50 m, ditambah penahan silang dengan jarak 1,80 sampai 2,40 m cukup memuaskan.
Untuk galian sampai sedalam 5 m, balok penguat mendatar berukuran

15 cm x 15 cm dipergunakan, sedang yang dalamnya lebih dari 5 m, dipergunakan balok penguat berukuran 20 cm x 20 cm.
Papan tebal 5 cm dapat dipancang dengan palu tangan sampai kedalaman 1,80 m sampai 2,40 m. Untuk kedalaman yang lebih dari 2,40 m dapat dipancang dengan palu jatuh yang berat, tapi kadang-kadang dapat dipancang dengan palu tangan bila penggalian dilakukan terus dekat kaki turap kayu itu.

TABEL 4 – 5 menyajikan data untuk hasil kerja, pemancangan turap kayu
(satu kolompok terdiri dari 2 sampai 4 orang)

Dalamnya pemancangan m	Cara memancang	m^2 / jam / orang		Jam kerja / 10 m^2	
		Menempatkan memancang dan memasang balok-balok penguat	Menempatkan dan memancang saja	Menempatkan memancang dan memasang balok-balok penguat	Menempatkan dan memancang saja
1,50	Dengan palu tangan	0,90 – 1,50	1,25 – 2,25	6,50 – 11,00	4,45 – 7,75
3,00		0,80 – 1,25	1,10 – 1,80	7,75 – 12,20	5,50 – 9,45
4,50		0,75 – 1,10	0,90 – 1,50	8,85 – 13,85	6,50 – 11,0
3,0	Dengan palu jatuh yang relatif ringan	1,10 – 1,80	1,50 – 2,70	5,50 – 8,850	3,65 – 7,20
4,5		0,90 – 1,65	1,25 – 2,40	6,10 – 11,00	4,10 – 7,75
6,00		0,75 – 1,45	1,15 – 2,15	6,50 – 13,85	4,55 – 8,35
7,5		0,65 – 1,35	1,10 – 1,95	7,20 – 15,50	5,00 – 9,45

Tabel 4 – 6 menyajikan hasil kerja untuk membongkar balok-balok penguat dan mencabut turap

Dalamnya turap yang akan dicabut m	Cara mencabut	m^2/ jam / 1 orang		Jam kerja / 10 m^2	
		Pancangan dengan balok-balok penguat	Pancangan saja	Pancangan dengan balok-balok penguat	Pancangan saja
1,50	Dengan tangan mempergunakan tuas	1,80 – 3,60	2,25 – 4,50	2,78 – 5,55	2,22 – 4,44
3,00		1,62 – 3,15	2,07 – 4,05	3,33 – 6,11	2,44 – 5,00
4,50		1,35 – 2,70	1,80 – 3,60	3,89 – 7,22	2,78 – 5,55
3,00	Dengan blok dan takel dan alat pengangkat dengan tangan dengan kaki tiga	1,62 – 3,15	2,07 – 4,05	3,11 – 6,11	2,44 – 4,88
4,50		1,44 – 2,70	1,80 – 3,60	3,66 – 6,88	2,78 – 5,55
6,00		1,26 – 2,34	1,62 – 3,15	4,22 – 7,88	3,11 – 6,22
7,50		1,08 – 2,07	1,44 – 2,70	4,77 – 9,21	3,66 – 6,88
3,00	Dicabut dengan mesin kemudian ditarik dengan derek	2,07 – 4,50	2,25 – 5,40	2,22 – 4,77	1,89 – 4,00
4,50		1,89 – 4,14	2,25 – 4,95	2,44 – 5,33	2,00 – 4,44
6,00		1,71 – 3,78	2,07 – 4,50	2,66 – 5,88	2,22 – 4,88
7,50		1,53 – 3,42	1,89 – 4,05	2,89 – 6,55	2,44 – 5,33

Contoh :

Hitunglah perkiraan biaya untuk memasang kemudian membongkar turap kayu dengan balok-balok penguat untuk menahan lobang galian yang lebarnya 20 m, panjangnya 30 m dan dalamnya 3 m, yang dipancang ditanah yang cukup lunak. Turap digapit 2 baris balok berukuran 15 cm x 15 cm. Turap kayu berukuran 5 cm x 20 cm dan panjangnya 3,60 m.
Balok-balok penguat berukuran 7,5 cm x 20 cm banyaknya 34 buah dengan panjang 2,70 m dan 3,60m (banyaknya bahan kayu dihitung dari gambar yang tidak diperlihatkan disini) .
Balok-balok pasak berukuran 15 cm x 15 cm panjangnya 1,80 m, banyaknya 34 buah.
Harga kayu ditempat pekerjaan Rp. 75.000,– / m^3
Harga kayu bekas pakai 60%
Sewa truck mengangkut kayu Rp. 2.500 / jam dengan kapasitas angkut 5 m^3 diselesaikan 1 hari.
Banyaknya paku yang dipakai 1 kg tiap 2 m^3 @ Rp. 500,– / kg.
Upah tukang pancang Rp. 400,– / jam, sedang upah buruh Rp. 171,80 sudah termasuk pajak upah dan assuransi.
Tiang dipancang dengan menggunakan palu yang ditarik dengan mesin sedang mencabutnya dilakukan dengan tuas. Sewa mesin pancang Rp. 1.500,– / jam.

Jawab :

Banyaknya bahan kayu yang dipakai :

Kayu turap
(30 m + 30 m + 20 m + 20 m) 3,6 m x 0,05 m = 18 m^3

Kayu pengapit
(30 m + 30 m + 20 m + 20 m) 2 x 0,15 x 0,15 m = 4,50 m^3

Kayu penguat
34 (0,075 x 0,20) (2,70 + 3,60 m) = 3,21 m^3

Balok-balok pasak
34 (0,15 x 0,15) x 1.80 m = 1.38 m^3

Jumlah bahan = 27,09 m^3
Kayu terbuang 6% = 1,63 m^3
Jumlah pembelian 29 m^3

Harga kayu Rp. 75.000,– x 29 m^3 = Rp. 2.175.000,–
Kayu bekas pakai 60% = Rp. 1.305.000,–
dipindahkan harga kayu terpakai = Rp. 870.000,–

pindahan Rp. 870.000,–

Paku yang dipakai $\frac{29}{2}$ x 1 kg = 14,5 kg @ Rp. 500,– = Rp. 7.250,–

Ongkos angkut kayu yang telah dicabut
8 jam x Rp. 2.500,– = Rp. 20.000,–

Jumlah semua bahan-bahan = Rp. 897.250,–

Upah buruh :

Dipergunakan 1 orang tukang pancang dan 4 orang buruh, pada waktu pemasangan sedang waktu mencabut dilakukan oleh buruh yang sama.
Dari tabel 4 – 5 diambil hasil kerja nya 1,5 m^2 / jam /orang.
Jadi hasil kerja kelompok 5 x 1,5 m^2 = 7,5 m^2/jam.

Jam kerja yang diperlukan = $\frac{(30 + 30 + 20 + 20) \times 3,6}{7,5}$

= 48 jam

Jadi upah pemasangan turap
48 (1 x Rp. 400,– + 4 x Rp. 171,80) = Rp. 52.185,60

Untuk mencabutnya dari tabel 4 – 6 diambil hasil kerjanya : 3 m^2 / orang / jam
Jadi hasil kerja kelompok 3 x 5 = 15 m^2 / jam

Jam kerja yang diperlukan = $\frac{360}{15} m^2$ = 24 jam

Jadi upah membongkar turap
24 (1 x Rp. 400,– + 4 x Rp. 171,80) = Rp. 26.092,80

Sewa alat-alat :

Alat disewa selama 8 hari @ Rp. 1.500,– / jam, ternyata bekerja hanya 6 jam satu hari jadi
Biaya sewa alat = 48 jam x Rp. 1.500,– = Rp. 72.000,–
Ongkos angkut alat, sewa truck 2 jam
@ Rp. 2.500,– = Rp. 5.000,–
Jumlah = Rp. 77.000,–

Jadi biaya seluruhnya sebagai berikut :

Bahan-bahan	= Rp. 897.250,–
Upah buruh masang	= Rp. 52.185,60
Upah buruh membongkar	= Rp. 26.092,80
Sewa alat	= Rp. 77.000,–
dipindahkan jumlah	= Rp. 1.052.528,40

	pindahan	Rp. 1.052.528,40
Biaya tidak terduga 10%		= Rp. 105.252,80
		= Rp. 1.157.781,20
Keuntungan 10%		= Rp. 115.778,12
Jumlah biaya seluruhnya		= Rp. 1.273.559,32

$$\text{Biaya tiap m}^2 = \frac{\text{Rp. } 1.273.559,32}{360} = \text{Rp. } 3.537,66$$

Perkiraan biaya turap baja :

Lebar turap ini berkisar antara 17,5 cm sampai 50 cm, yang kebanyakan dipakai yang berukuran ± 40 cm, beratnya berkisar antara 65 kg sampai 200 kg tiap m^2

Turap baja dipakai bila kekedapan air diperlukan. Turap ini dapat dipakai dari 8 sampai 50 kali pakai, karena itu pemakaiannya sangat ekonomis bila dibandingkan dengan bahan lain. Karena turap ini dapat disambung maka pemakaiannya dapat sampai sekalam yang dikehendaki. Panjang turap tanpa sambungan dapat mencapai 12 sampai 16,50 m.

Turap baja kadang-kadang perlu juga diberi batang-batang penguat, tergantung dari perhitungannya,

Harga turap baja biasanya dinyatakan dalam harga tiap kgnya. Harganya sekitar Rp. 500,– (1980) tiap kgnya. Harga bekas pakai juga tinggi sekitar 70 sampai 95%.

Tabel 4 – 7 menyajikan hasil kerja buruh untuk pemasangan turap baja :

Dalamnya pemancangan m	Cara memancang	m²/ jam orang		Jam kerja / 10 m²	
		Menempatkan memancang dan memasang batang-batang penguat	Menempatkan & memancang	Menempatkan memancang dan memasang batang-batang penguat	Menempatkan & memancang
1,5	Dengan palu tangan	0,90 – 1,44	1,26 – 2,25	6,66 – 11,10	4,44 – 7,77
3,0		0,81 – 1,26	1,02 – 1,80	7,77 – 12,21	5,55 – 9,44
4,5		0,72 – 1,08	0,90 – 1,44	8,88 – 13,88	6,66 – 11,1
3,0	Dengan palu ringan dengan mesin	1,02 – 1,80	1,44 – 2,70	5,55 – 8,880	3,66 – 7,22
4,5		0,90 – 1,62	1,26 – 2,43	6,11 – 11,10	4,11 – 7,77
6,0		0,72 – 1,44	1,17 – 2,16	6,66 – 13,88	4,55 – 8,33
7,5		0,63 – 1,35	1,02 – 1,98	7,22 – 15,54	5,00 – 9,44
3,0	Dengan palu ukuran sedang dengan mesin dan derek	1,26 – 2,25	1,80 – 3,15	4,44 – 7,770	3,11 – 5,55
6,0		1,02 – 1,98	1,53 – 2,79	5,00 – 9,440	3,55 – 6,66
9,0		0,90 – 1,80	1,26 – 2,52	5,55 – 11,10	4,00 – 7,77
1 2		0,72 – 1,62	1,02 – 2,25	6,11 – 13,32	4,44 – 9,44
1 5		0,63 – 1,44	0,90 – 2,07	6,66 – 15,53	4,77 – 11,1

Tabel 4 – 8 menyajikan hasil kerja buruh untuk membongkar turap baja

Dalamnya Pemancangan m	Cara mencabut turap	m²/ jam / orang		Jam kerja / 10 m²	
		Pancangan dan penguat	Pancangan saja	Pancangan dan penguat	Pancangan saja
1,5	Dengan tangan mempergunakan tuas kayu	1,80 – 3,60	2,25 – 4,50	2,78 – 5,55	2,22 – 4,44
3,0		1,62 – 3,15	2,07 – 4,05	3,33 – 6,11	2,44 – 5,00
4,5		1,35 – 2,70	1,80 – 3,60	3,89 – 7,22	2,78 – 5,55
3,0	Dengan derek tangan	1,62 – 3,15	2,07 – 4,05	3,11 – 6,11	2,44 – 5,88
4,5		1,44 – 2,70	1,80 – 3,60	3,66 – 6,88	2,78 – 5,55
6,0		1,26 – 2,34	1,62 – 3,15	4,22 – 7,88	3,11 – 6,22
7,5		1,02 – 2,07	1,44 – 2,70	4,77 – 9,21	3,66 – 6,88
3,0	Dengan mesin derek	2,07 – 4,50	2,52 – 5,40	2,22 – 4,77	1,89 – 4,00
6,0		1,80 – 4,05	2,16 – 4,95	2,44 – 5,55	2,00 – 4,66
9,0		1,53 – 3,60	1,89 – 4,50	2,78 – 6,44	2,22 – 5,33
1 2		1,35 – 3,24	1,62 – 4,05	3,11 – 7,44	2,44 – 6,11
1 5		1,17 – 2,97	1,44 – 3,60	3,33 – 8,55	2,78 – 6,88

Contoh :

Hitunglah biaya untuk memasang dan mencabut kembali turap baja,untuk lubang galian yang lebarnya 20 m, panjangnya 35 m dan dalamnya 3 m, dipancang ditanah yang lunak. Turap baja yang diperoleh, panjang nya 5 m dan lebar 0,40 m, beratnya 45,77 kg / m' atau 116,16 kg / m^2 yang harganya Rp. 600,– / kg digudang pelaksana. Diangkut ke tempat pekerjaan dengan truck dengan sewa Rp. 4.000,– / jam dengan kapasitas muatan 15 ton. Jarak angkut 10 km, kecepatan angkut 20 km / jam. Ongkos menaikkan dan menurunkan Rp. 200,000,– seluruhnya lamanya menaikkan dan menurunkan sama yaitu 30 menit setiap kali angkut Harga turap baja bekas pakai 95%. Tidak dipasang balok-balok penguat, karena turap 1,5 m masuk didalam tanah.

Upah adalah sebagai berikut :

Mandor Rp. 400,– / jam
Buruh Rp. 171,80 / jam,

sudah termasuk pajak upah dan assuransi.

Turap akan dipasang 2 batang sekali pancang dengan alat pancang gerak tunggal yang mempunyai kapasitas pancang 568 kgm tiap pukulan.

Sebuah kempressor berkapasitas 118.000 cm^3/detik bertekanan 6,8 atm dipergunakan untuk menjalankan palu. Sebuah keran dengan roda rantai dengan lengan yang cukup panjang yang berkapasitas 4 ton dipergunakan untuk pekerjaan ini untuk pekerjaan memasang turap, dan mencabut turap kemudian.

Biaya mengangkut mengembalikan alat-alat berat adalah sebagai berikut :

Rp. 12.000,– untuk kompressor dan palu
Rp. 25.000,– untuk keran
Kelompok kerja terdiri 1 orang mandor, 1 orang operator palu, 1 orang operator keran dan 3 orang buruh.
Kecepatan pemancangan 8 buah turap tiap jam terpasang . (lihat tabel 4 – 7 hasilnya 2,43 m^2 / orang / jam)
Kemudian turap akan dicabut dan dinaikkan diatas truck oleh 1 orang operator keran dan 2 orang buruh. Kapasitas kerjanya 12 buah turap tiap jam dicabut dan dinaikkan diatas truck, karena turap hanya 1,5 m didalam tanah, setelah penggalian.

Jawab :

Banyak bahan :
Turap = (20 m + 20 m + 35 m + 35 m) 5 x 116,16 kg / m^2

= 63.888 kg

Harga turap dikurangi harga bekas pakai :
63.888 kg x Rp. 600,– x (1– 0,95) = Rp. 1.916.640,–

Biaya angkut :
Diangkut sebanyak $\frac{63.888}{15}$ = 4,26 atau 5 kali

Biaya angkutan

$(5 \times \frac{10}{20} \times 2 + \frac{30}{60} \times 2 \times 5)$ jam x Rp. 4.000,– = Rp. 40.000,–

Menaikkan dan menurunkan ———————— = Rp. 200.000,–
Jadi biaya turap baja :
Rp. 1.916.640,– + Rp. 40.000,– + Rp. 200.000,–
=Rp. 2.156.640,–
Upah buruh :
Jumlah turap baja = $\frac{(20 + 20 + 35 + 35)}{0,4}$ = 275 buah

Jam kerja yang diperlukan $\frac{275}{8}$ = 34,38 ~ 35 jam

Biaya buruh pada pemancangan :
35 (1 x Rp. 400,– + 3x Rp. 171,80) = Rp. 32.039,–
(Upah operator termasuk dalam sewa alat-alatnya)

Jam kerja yang diperlukan untuk mencabut dan memuat = $\frac{275}{12}$ =22,92 jam ~ 23 jam
Biaya buruh pada pencabutan turap dan memuat :
23 (2 x Rp. 171,80) = Rp. 7.902,80
Jumlah upah buruh = Rp. 32.039,– + Rp. 7.902,80
= Rp. 39.941,80
Sewa alat-alat berat :
Sewa palu Rp. 1.200,– / jam termasuk operatornya
Sewa kompressor Rp. 3.000,– / jam termasuk operatornya
Sewa keran Rp. 8.000 / jam termasuk operatornya
Jadi biaya alat-alat berat :

Biaya palu pancang 35 jam x Rp. 1.200,–	= Rp. 42.000,–
Biaya kompressor 35 jam x Rp. 3.000,–	= Rp. 105.000,–
Biaya keran (35 jam + 23 jam) x Rp. 8.000,–	= Rp. 464.000,–
Jumlah	= Rp. 611.000,–
Biaya angkutan	= Rp. 37.000,–
Jumlah	= Rp. 648.000,–

Biaya seluruhnya :

1. Bahan	Rp. 2.156.640,–
2. Upah	Rp. 39.941,80
3. Alat-alat berat	Rp. 648.000,–
Jumlah A	Rp. 2.844.581,80
Biaya tidak terduga 10% x A	Rp. 284.458,18
Jumlah B	Rp. 3.129.039,98
Keuntungan 15% x B	Rp. 469.356,–
Jumlah seluruhnya	Rp. 3.598.395,98
Dibulatkan	Rp. 3.598.396,–

Biaya tiap m^2 = $\frac{\text{Rp. } 3.598.396,–}{(20 + 20 + 35 + 35) \times 5}$ = Rp. 6.542,54

Perkiraan biaya turap beton :
Jenis ini dipakai bila turap dipasang untuk selamanya. Karena beratnya maka alat-alat pancang yang dipakai juga dari ukuran yang lebih besar menyebabkan ongkosnya juga lebih mahal dibandingkan dengan turap kayu atau baja tetapi bila dipakai untuk selamanya maka biayanya cukup ekonomis bila dibandingkan dengan jenis turap lainnya.

Untuk perhitungan hasil kerja buruh dapat dipakai tabel 4 – 7 tetapi hasilnya lebih kecil misalnya diambil 80%, juga harus diperhitungkan waktu untuk memasang speci untuk sambungan dan untuk memotong kepala turap yang perlu dipotong bila terlalu panjang.

Perkiraan biaya turap lobang galian pipa dengan balok-balok penguat :
Balok-balok penguat dan penyokong kadang-kadang sama sekali tidak diperlukan bila tanah cukup kuat dan galian tidak terlalu dalam.
Kerangka papan turap dapat ditempatkan baik mendatar atau tegak (biasanya berukuran 5 cm x 10 cm, 5cm x 15 cm, atau 5 cm x 20 cm) pada kedua belah muka turap yang kemudian ditahan oleh balok-balok penahan yang mendatar manahan kedua turap (biasanya berukuran 5cm x 10 cm atau 10 cm x 10 cm).
Jarak-jarak kerangka papan turap dapat dipasang lebih berdekatan satu sama lain atau lebih berjauhan tergantung dari kebutuhannya.
Biasanya papan-papan turap dengan panahannya ini tidak dihitung biaya sendiri tapi dimasukkan kedalam ongkos galian.
Penurapan yang agak lebih berat sedikit dari keadaan diatas yaitu menempatkan papan-papan itu tegak lurus berdekatan satu sama lain, kemudian dipasang balok-balok penguat, papan-papan dipasang sewaktu penggalian . Papan-papan biasanya berukuran 5 cm x 15 cm, 5 cm x 20 cm, balok-balok penggapit berukuran 5 cm x 15 cm atau 10 cm x 10cm, dan balok balok penguat berukuran 10 cm x 10 cm.

Biaya dapat dihitung dengan cara " perkiraan biaya turap kayu " yang sudah dibicarakan dimuka.
Penurapan yang lebih berat lagi menggunakan baik turap kayu maupun turap baja. Pemasangannya dilakukan ketika lobang sedang digali.
untuk tanah yang buruk atau tanah lepas, kaki turap dimasukkan ± 10cm atau lebih dibawah dasar galian, bila tanah tidak begitu lepas, lubang dapat digali dulu dibawah kaki turap kemudian turap dipancang sampai dasar galian. Dengan cara ini pemancangan lebih mudah daripada pemancangan sebelum digali. Cara perkiraan biaya turap kayu yang telah dibicarakan dimuka dapat dipakai untuk menghitung biayanya .
Turap baja yang ringan biasa dipergunakan bila air tanah perlu dihindari atau dengan papan-papan kayu bila galian tidak terlalu dalam (2,40 m atau 3,60 m), bila tekanan tanah mendatar cukup besar maka dipergunakan papan-papan turap berukuran 7,5 cm x 15 cm atau 7,5 cm x 20 cm atau dipergunakan turap baja, ukuran papan 5 cm x 15 cm atau 5 cm x 20 cm, penggapit mendatar berukuran 10 cm x 10 cm atau 10 cm x 15 cm dengan jarak 1,50 m atau 1,00m balok-balok panguat berukuran 10 cm x 10 cm atau 10cm x 15 cm, dengan jaraknya yang sesuai dengan perhitungan.

Makin dalam galian makin dekat jarak balok-balok penguatnya.
Bila tekanan tanah mendatar cukup besar maka dipergunakan papan-papan turap berukuran 7,5 cm x 15 cm atau 7,5 cm x 20 cm atau dipergunakan turap baja.

Penggunaan balok-balok penguat kayu untuk turap kepala jembatan :

Balok-balok penguat ini biasanya terdiri dari balok-balok mendatar yang melintang antara sisi-sisi dinding dibagian dalam.
Bila bentuk kepala jembatan itu persegi panjang maka balok-balok penguat mendatar sejajar dengan sisi pendek, dan balok-balok diagonal mendatar dipasang pada ujung-ujungnya dan pada sudut-sudut, sedang balok-balok tegak kadang-kadang dplerlukan untuk menahan balok-balok mendatar tetap pada tempatnya.
Balok-balok penahan ini kadang-kadang sangat rapat sekali pemasangannya karena menahan gaya mendatar yang besar, namun demikian ruang kerja harus tetap tersedia didalam ruangan tengah-tengah turap keliling (cofferdam) .
Ukuran balok-balok yang dipergunakan biasanya 10 cm x 10 cm sampai 30 cm x 30 cm.
Jadi biaya untuk bahan adalah harga bahan-bahan dikurangi harga bahan bekas pakai ditambah ongkos pengangkutan ke dan dari tempat pekerjaan.
Biaya untuk buruh tentunya tergantung dari keahlian beruh-buruh yang bekerja dan keadaan setempat.

Balok-balok penguat berukuran 10 cm x 10 cm sampai 20 cm x 20 cm dapat diangkat dengan tangan, untuk ukuran yang lebih besar derek harus dipergunakan .
Alat-alat tangan selalu dipergunakan seperti : gergaji, palu, kapak, pahat alat-alat dengan tenaga listrik seperti bor dan gergaji dapat pula dipergunakan bila hendak menghemat tenaga buruh.
Jadi biaya akan termasuk biaya sewa alat tangan, sewa derek pengangkat, sewa bor listrik, gergaji listrik dan lain-lain.
Karena jenis pekerjaan ini berbahaya dan sukar menaksir biaya dengan tepat maka biaya tidak terduga diambil agak besar sekitar 15% sampai 35%
Juga keuntungan diambil 10% sampai 35%.

TABEL 4 – 9 menyajikan tenaga buruh yang diperlukan untuk memasang & membongkar balok-balok penguat kayu pada turap keliling.

Ukuran kayu cm	Penggunaan derek pengangkat	Pemasangan		Pembongkaran	
		m^3/ jam	Jam /m^3	m^3/ jam	Jam /m^3
10 x 10	tidak	0,05 – 0,12	8,620 – 21,55	0,58 – 0,93	1,08 – 1,72
15 x 15	tidak	0,04 – 0,10	10,78 – 28,02	0,46 – 0,81	1,29 – 2,16
20 x 20	tidak	0,03 – 0,07	15,09 – 36,64	0,35 – 0,70	1,51 – 2,80
20 x 20	digunakan	0,05 – 0,10	10,78 – 21,55	0,46 – 0,81	1,29 – 2,16
25 x 25	digunakan	0,04 – 0,08	12,93 – 23,71	0,41 – 0,70	1,51 – 2,59
30 x 30	digunakan	0,03 – 0,07	15,09 – 30,17	0,35 – 0,58	1,72 – 3,02

Tiang-tiang pancang :

Bahan untuk tiang pancang :
Tiang pancang terbuat dari kayu, baja atau beton, atau kombinasi antara baja dengan beton
Tiang kayu bentuknya meruncing dengan garis tengah sekitar 15 cm pada ujungnya dan garis tengah sekitar 30 cm sampai 60 cm dipangkalnya panjangnya bermacam-macam ada yang sampai 27 m, harganya Rp. 100.000 /m^3 atau dijual perbatang (1980)
Tiang pancang baja biasanya berbentuk H, dipergunakan bila pemancangan sangat keras dan kemungkinan pamakaian tiang pancang kayu dirusak air tanah atau serangga.
Harga setiap kg sekitar Rp. 500,– – Rp. 600,– (1980).Panjangnya sampai 12 m dan dapat disambung.
Tiang pancang beton dapat dibuat sampai panjangnya 35 m.
Harga tiang pancang beton yang penjangnya 20 m harganya mencapai sekitar Rp. 529.000,– / buah (1980) atau tiap m^3 @• Rp. 225.000,–
Harga-harga ini tentunya tergantung dari keadaan setempat.
Tenaga buruh untuk pemancangan tiang :
Tenaga buruh yang dipergunakan tergantung dari jenis tanahnya, ukuran tiang pancang dalamnya pemancangan dan jenis alat pancang yang dipakai .

Tabel 4 – 10 menyajikan berapa buah tiang pancang dapat dipasang tiap jam pada tanah dengan tahanan geser rata-rata.

Jenis tiang dan berat rata-rata kg per m'	Panjang tiang, m'						
	6,0	9,0	12	15	18	21	27
a. Kayu	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
b. Baja :							
1. 44,70	5,0	4,0	3		3,0		
2. 74,50	4,5	3,5	2,5	2,0	1.5	1,5	
3. 111,75	4,0	3,0	2.3	1,8	1,3	1,3	
4. 149,00	3,5	2,5	2,0	1,5	1,2	0,9	0,6
5. 223,50	3,0	2,0	1,7	1,3	1,0	0,7	0,4
6. 298,00	2,5	1,8	1.3	1,0	0,8	0,5	0,3
c. Beton :							
1. 149,00			2,0	1,6	1,3		
2. 223,50			1,6	1,3	1.0	0,7	0,4
3. 298,00			1,3	1,0	0,8	0,5	0,3
4. 447,00			1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
5. 596,00			0,7	0,5	0,4	0,2	0,1

Hasil pada tabel 4 – 10 harus dikurangi 25% atau lebih, bila tanah mempunyai tahanan geser yang tinggi dan pemancangan yang keras tanahnya .
Kelompok pancang jumlahnya tergantung dari pekerjaannya, misalnya : untuk memancang tiang berukuran kecil, kelompok kerja terdiri dari satu atau 2 orang operator, seorang mandor dan satu sampai 3 orang pembantu.
Untuk memancang tiang berukuran sedang, kelompok kerja terdiri dari satu orang mandor, dua atau 3 orang operator, dan 2 sampai 6 orang pembantu.
Untuk tiang berukuran besar dan berat, kelompok kerja dapat terdiri dari 1 orang mandor, 2 atau 4 operator mesin pancang dan 4 sampai 10 orang tenaga pembantu.

Alat-alat pancang :

Alat pancang yang dipergunakan untuk memancang tiang sama dengan alat pancang untuk memancang turap hanya bagi tiang yang besar dan berat dipergunakan alat yang lebih berat.
Lamanya memancang tiang pancang lebih lama dari pada memancang turap sebab tiang harus sampai ditanah keras.
Sewa alat pancang berlain-lainan tergantung dari kapasitasnya.
Alat pancang lebih kecil dipergunakan apabila pemancangan dibantu dengan penyemprot air (Jetting), dimana alat ini terdiri dari pompa air dengan pipa-pipanya. Diameter pipa air berkisar antara 3,75 cm sampai 6,25 cm sedang ukuran ujung penyemprotnya dari 1,25 cm sampai sebesar pipanya sendiri.
Tekanan air pada pompa berkisar antara 7 atau 15 atm dan air yang disemprotkan biasanya dari 3 l/sec sampai 30 l/ sec, atau tiap pipa 3 l sampai 15 l/sec. Untuk penyemprotan ini biasa dipakai 2 buah pipa, 2 buah ujung penyemprot ditambah pipa-pipa flexible dan sambungan-sambungannya.
Ketepatan menaksir biaya, sangat tergantung dari pengalaman, penaksir itu sendiri.
Beberapa hasil kerja pemancangan berdasarkan pengalaman tertera dibawah ini :

Jenis tiang pancang	Jenis tanah	Pemancangan dapat diselesaikan
220 buah tiang kayu, panjang 20 m	sangat lunak	9 Jam
100 sampai 200 tiang, panjang 12 m	lunak	8 Jam
20 sampai 60 tiang, panjang 10 m, 12 m	sedang	8 Jam
10 sampai 35 tiang, panjang 15 m	cukup keras	9 Jam

Biaya tidak terduga dan keuntungan :

Karena pekerjaan pemancangan ini berbahaya dan sukar, dan sulit untuk menentukan waktu penyelesaian dan biayanya maka,biaya tidak terduga diambil 10% sampai 25% dari upah buruh ditambah sewa alat alat.
Keuntungan diambil sekitar 10% sampai 25%

Contoh 1 :

Hitunglah anggaran biaya untuk memancang 288 tiang pancang kayu diawetkan yang panjangnya 12 m. Tiang kayu harganya Rp. 150.000,– per batang ditempat pekerjaan. Tiang diberi topi baja yang harganya Rp. 5.000,– sebuah. Keadaan tanah sedang, hasil kerjanya 3 buah tiang setiap jam.
Alat pancang terdiri dari sebuah keran yang kapasitas angkatnya 6 ton dengan lengan yang panjangnya 18 m, sebuah palu dengan langkah diferensial berkekuatan 1.000 kgm, sebuah kompressor berkeuatan 0,3 m^3/detik lengkap dengan pipa-pipa karetnya dan sambungan-sambungannya, sewanya Rp. 14.000,– / jam. Biaya angkut Rp. 200.000,– bolak-bolik. Kelompok kerja terdiri dari 1 orang mendor, 1 orang operator palu pancang 1 orang operator keran, dan 4 orang buruh.
Upah mandor Rp. 400,– / jam, buruh Rp. 171,80 per jam sudah termasuk pajak upah dan assuransi, upah operator-operator sudah termasuk sewa alat.

Jawab :

Bahan-bahan :
Harga sebuah tiang pancang Rp. 150.000,– + Rp. 5.000,–
= Rp. 155.000,–
Harga 288 tiang = 288 x Rp. 155.000,– = Rp. 44.640.000,–
Buruh :
Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan :

$\frac{288}{3}$ = 96 jam kerja

Upah buruh setiap jam = Rp. 400.– + Rp. 171.80 = Rp. 571.80
Upah buruh seluruhnya :
Rp. 571,80 x 96 = Rp. 54.892,80
Alat pancang :
Sewa alat :
Rp. 14.000,– x 96 + Rp. 200.000,– = Rp. 1.544.000,–
Jadi jumlah biaya seluruhnya :

Bahan-bahan	= Rp. 44.640.000,–
Upah buruh	= Rp. 54.892,80
Alat pancang	= Rp. 1.544.000,–
Jumlah A	= Rp. 46.238.892,80
Biaya tidak terduga 20% A	= Rp. 9.247.778,40
dipindahkan Jumlah B	= Rp. 55.486.671,20

pindahan Rp. 55.486.671,20

Keuntungan 15% B	= Rp. 8.323.000,68
Jumlah seluruh biaya	= Rp. 63.809.671,88
Dibulatkan	≐ Rp. 63.809.672,–

Biaya setiap tiang pancang = $\frac{\text{Rp. } 63.809.672,-}{288}$ = Rp. 221.561,36 ,45

Biaya tiap m pemancangan = $\frac{\text{Rp. } 221.561,36}{12}$ = Rp. 18.463,45

Contoh 2 :

Hitunglah biaya pemancangan 128 buah tiang pancang baja berbentuk H yang beratnya 62,62 kg tipa m '. Panjangnya 12m.
Hrganya tiang pancang Rp. 500.000,– / buah ditempat peketjaan.
Alat pancang terdiri dari sebuah keran yang berkapasitas 6 ton, dengan lengan panjangnya 18 m, sebuah palu dengan langkah differensial berkekuatan 1.000 kgm, sebuah kompressor berkapasitas 0,3 m^3/detik lengkap dengan perlatannya.
Sebuah keran lagi dipergunakan untuk mengangkat tiang-tiang pancang
Sewa alat pancang Rp. 14.000,– / jam.
sedang sewa keran Rp. 12.000,– / jam
Kelompok kerja terdiri dari 1 orang mandor, 1 orang operator palu pancang 2 orang operator keran dan 6 orang buruh
Upah mandor Rp. 400,– / jam, upah buruh Rp. 171,80 / jam, upah operator sudah termasuk dalam sewa alat. Pajak upah dan assuransi sudah termasuk upah diatas

Jawab :

Bahan :
Harga sebuah tiang pancang Rp. 500.000,–
Harga 128 buah = 128 x Rp. 500.000,– = Rp. 64.000.000,–
Buruh :
Diperkirakan (tabel 4 – 10) kecepatan memancang 2,75 tiang setiap jam.
jadi $\frac{128}{2,75}$ = 46,55 diambil 48 jam waktu yang diperlukan untuk pemancangan seluruhnya.

Jadi upah buruh :

48 (400 + 6 x 171,80)	= Rp. 68.678,40
Alat-alat :	
Sewa alat pancang 48 x Rp. 14.000,–	= Rp. 672.000,–
Sewa keran 48 x Rp. 12.000,–	= Rp. 576.000,–
Ongkos angkut alat-alat berat ke / dari tempat pekerjaan :	
	= Rp. 250.000,–
Jumlah	= Rp. 1.498.000,–

Jumlah biaya seluruhnya :

Bahan-bahan	= Rp. 64.000.000,–
Upah buruh	= Rp. 68.678,40
Sewa alat-alat	= Rp. 1.498.000,–
Jumlah A	= Rp. 65.566.678,40
Biaya tak terduga 15% A	= Rp. 9.835.001,76
Jumlah B	= Rp. 75.401.680,16
keuntungan 15% B	= Rp. 11.310.252,02
Jumlah seluruhnya	= Rp. 86.711.932,18
Dibulatkan	= Rp. 86.711.932,–

Contoh 3 :

Hitunglah biaya memancang 128 buah tiang pancang beton. Tiang Pancang panjangnya 12 m, dan beratnya 2.750 kg, harganya ditempat pekerjaan Rp. 260.000,– per tiang.
Untuk memancang tiang ini, diperlukan palu yang berkapasitas 1.650 kgm sampai 2.250 kgm (Bandingkan dengan tabel 4 – 3).
Dipergunakan palu bertenaga diesel dengan kapasitas 2.000 kgm, dengan pukulan 50 kali setiap menit. Keran yang dipakai berkapasitas 10 ton dengan radius jangkau 3 m, panjang lengan 20 m, untuk pemancangan dan sebuah deran yang berkapasitas 6 ton dipakai untuk mengangkat tiang-tiang.
Sewa alat pancang Rp. 15,000,– / jam, sewa keran Rp. 12.000,– / jam
Ongkos angkut ke kan kari tempat pekerjaan Rp. 250.000,–
Kelompok kerja terdiri dari 1 orang mandor, 1 orang operator palu, 2 orang operator keran dan 5 orang buruh.
Upah mandor Rp. 400,– / jam dan upah buruh Rp. 171,80 / jam sudah termasuk pajak upah dan assuransi.
Kecepatan pemancangan 1,5 tiang tiap jam (bandingan dengan tabel 4 – 10)

Jawab :

Bahan-bahan :
Harga tiang pancang beton :
128 x Rp. 260.000,– = Rp. 33.280.000,–
Buruh :
Waktu yang diperlukan $\frac{128}{1,5}$ = 85 jam kerja

Upah buruh :
85 (Rp. 400,– + 5 x Rp. 171,80) = Rp. 107.015,–
Alat-alat pancang :
Sewa alat pancang 85 x Rp. 15.000,– = Rp. 1.275.000,–
Sewa keran 85 x Rp. 12.000,– = Rp. 1.020.000,–
Ongkos angkut = Rp. 250.000,–
= Rp. 2.545.000,–

Jadi biaya seluruhnya :

Bahan-bahan	= Rp. 33.280.000,–
Upah buruh	= Rp. 107.015,–
Sewa alat-alat	= Rp. 2.545.000,–
Jumlah A	= Rp. 35.932.015,–
Biaya tidak terduga 15% x A	= Rp. 5.389.802,25
Jumlah B	= Rp. 41.321.817,25
Keuntungan 20% x B	= Rp. 8.264.363,45
Jumlah seluruhnya	= Rp. 49.586.180,70
dibulatkan	= Rp. 49.586.181,–

Bila dikehendaki dapat dihitung biaya tiap tiang pancang atau biaya tiap m' . . . .

bab V

Pekerjaan beton

Tinjauan umum :

Pekerjaan konstruksi beton dapat dibagi dalam beberapa bagian :

1. Penggalian, dihitung dalam m3
2. Kayu cetakan (bekisting), dihitung dalam m^2
3. Beton, dihitung dalam m^3
4. Penulangan, dihitung dalam ton atau kg.
5. Pekerjaan penyelesaian dalam m^2
6. Pekerjaan pembasahan/pemeliharaan beton setelah dicor.

Pekerjaan penyediaan alat pengaduk dan lain-lain, keuntungan, biaya tidak terduga dan pekerjaan pembersihan semuanya dimasukkan dalam perhitungan biaya.

Pembagian pekerjaan di atas dapat dibagi sebagai berikut:

a. Bahan-bahan.
b. Upah buruh.
c. Biaya peralatan.
d. Biaya tidak terduga.
e. Keuntungan.

Kebanyakan konstruksi beton dihitung dalam satuan tiap m3.
Karena jenis beton yang dipakai bermacam-macam campurannya, misalnya beton untuk pondasi berlainan dengan beton untuk tiang, maka harga satuannya pun berbeda-beda.
Besarnya biaya tak terduga berkisar antara 5 sampai 15% sedang keuntungan berkisar antara 8 sampai 15%, hal ini tergantung dari pemborong masing-masing, yang mempunyai latar belakang pembiayaan yang berbeda-beda. Kadang-kadang agar menang dalam tender pekerjaan, keuntungan dan biaya tak terduga ditekan agar lebih rendah dari pemborong lainnya.

Menghitung biaya kayu cetakan beton :
Lantai .... dihitung dalam m2
Dinding .... dihitung dalam m2
Tiang .... dihitung dalam m2
Atap .... dihitung dalam m2
Pondasi .... dihitung dalam m2
Balok-balok .... dihitung dalam m2
Steger dan balok-balok penyokong .... dihitung dalam m3
Sudut-sudut yang dibentuk .... dihitung dalam m1 atau m3
Tangga .... dihitung dalam m2
Dalam perhitungan cetakan ini, sudah termasuk biaya baut-baut, kawat pengikat, minyak pelapis, pembersihan, dan perbaikan-perbaikan yang diperlukan.
Banyaknya bahan yang diperlukan :
Dalam tabel 5-1 di sebelah dapat dilihat perkiraan keperluan kayu untuk cetakan beton.

Tabel 5-1: Perkiraan keperluan kayu untuk cetakan beton untuk luas cetakan 10 m 2

Jenis cetakan	Kayu	Paku, baut-baut dan kawat, kg
1. Pondasi/Pangkal jembatan	0,46 - 0,81	2,73 - 5
2. Dinding	0,46 - 0,62	2,73 - 4
3. Lantai	0,41 - 0,64	2,73 - 4
4. Atap	0,46 - 0,69	2,73 - 4,55
5. Tiang-tiang	0,44 - 0,74	2,73 - 5
6. Kepala tiang	0,46 - 0,92	2,73 - 5,45
7. Balok-balok	0,69 - 1,61	3,64 - 7,27
8. Tangga	0,69 - 1,38	3,64 - 6,36
9. Sudut-sudut tiang/balok* berukir	0,46 - 1,84	2,73 - 6,82
10. Ambang jendela dan lintel*	0,58 - 1,84	3,18 - 6,36

* Tiap 30 m panjang.

Kayu-kayu cetak ini dapat dipakai kembali sebanyak 50 sampai 80%.
Kayu tambahan untuk reparasi cetakan banyaknya antara 0,10 sampai 0,50 m3 tiap 10 m2 luas cetakan.
Banyaknya kayu bekas yang dapat dipakai tergantung dari caranya membuka cetakan tersebut, tentunya harus dikerjakan dengan hati-hati.
Bila permukaan cetakan harus dilapisi oli maka banyaknya sekitar 2 sampai 3,75 liter untuk bidang seluas 10 m2.
Konstruksi steger dan jembatan pemikul biayanya dihitung sendiri tidak termasuk pada cetakan beton.

Buruh pada pekerjaan cetakan beton :

Pada tabel 5 - 2 disajikan keperluan tenaga buruh untuk pekerjaan cetakan beton.

Tabel 5 - 2

Jenis cetakan kayu	Jam kerja tiap luas cetakan 10 m2			
	Menyetel	Memasang	Membuka dan membersihkan	Reparasi
1. Pondasi/pangkal jembatan	3 - 7	2 - 4	2 - 4	2 sampai 5 jam untuk segala jenis pekerjaan.
2. Dinding	5 - 9	3 - 5	2 - 5	
3. Lantai	3 - 8	2 - 4	2 - 4	
4. Atap	3 - 9	2 - 5	2 - 4	
5. Tiang	4 - 8	2 - 4	2 - 4	
6. Kepala-kepala tiang	5 - 11	3 - 7	2 - 5	
7. Balok-balok	6 - 10	3 - 4	2 - 5	
8. Tangga-tangga	6 - 12	4 - 8	3 - 5	
9. Sudut-sudut tiang dan balok * berukir	5 - 11	3 - 9	3 - 5	
10. Ambang jendela dan lintel *	5 - 10	3 - 6	3 - 5	

* setiap 30 m'

Pada umumnya jam kerja akan berkurang apabila dipakai kayu lapis (plywood) sebagai ganti papan biasa.
Membasahi atau mengoles permukaan dengan minyak memakan waktu dari beberapa menit sampai satu jam untuk permukaan seluas 10 m2.
Pada pekerjaan yang besar kadang-kadang diperlukan suatu kelompok kerja khusus dengan gergaji listrik dan alat-alat lainnya selain dari alat-alat tangan saja.

Cetakan dari pelat logam :

Kadang-kadang dipergunakan cetakan dari pelat besi. Meskipun harganya mahal tapi dapat dipergunakan berulang kali sehingga akan jatuh lebih murah.

Tabel 5 - 3 menyajikan keperluan tenaga buruh untuk cetakan dengan pelat besi.

Jenis pekerjaan	Jam kerja tiap 10 m2 luas cetakan	M2 luas permukaan cetakan setiap jam kerja.
Menyetel dan memasang	2 - 6	1,5 - 4,5
Membongkar dan membersihkan	1 - 4	2,25 - 9
Perbaikan kecil	1 - 3	2,95 - 9
Jumlah	4 - 13	0,75 - 2,25

Upah buruh untuk memasang, membersihkan, membongkar cetakan pelat besi akan lebih murah dari pada menyetel, memasang, membongkar dan membersihkan cetakan kayu.

Contoh :

Hitunglah anggaran biaya untuk membuat cetakan beton dari kayu sebagaimana terlihat pada tabel 5 - 4.
Harga kayu cetakan Rp. 75.000,–/m3 di tempat pekerjaan. Harga baut dan paku Rp. 500,– per kg. Kelompok kerja terdiri dari 1 mandor, 3 tukang kayu, 3 pembantu tukang kayu, dan 3 buruh biasa.
Upah Mandor Rp. 400,–/jam, upah tukang kayu Rp. 300,–/jam, upah pembantu tukang Rp. 200,–/jam. Sedang upah buruh biasa Rp. 180,–/jam. Cetakan dipasang kemudian dibongkar dan dibersihkan.
Ditaksir harga kayu cetakan bekas 60 % dari harga asalnya.
Upah buruh di atas sudah termasuk pajak upah dan assuransi.

a. Bahan

Tabel 5 - 5 Bandingkan dengan tabel 5 - 1

Jenis cetakan	Luas m^2 permukaan cetakan	m^3 kayu per m^2 luas permukaan cetakan	kayu m^3
1. Pondasi-pondasi	70	0,07	4,9
2. Dinding	196	0,06	11,76
3. Tiang-tiang	284	0,06	17,04
4. Kepala-kepala tiang	160	0,07	11,20
5. Lantai	1278	0,05	63,90
6. Balok-balok	285	0,120	34,20
7. Atap	370	0,06	22,20
Jumlah	2643	—	165,20

Jadi terlihat kayu yang diperlukan sebanyak 166 m^3.
Harga kayu dikurangi harga bekas pakai =
166 x Rp. 75.000,– (1 - 0,6) . . . . .Rp. 4.980.000,–
Harga baut dan paku ± 4 kg tiap 10 m^2 =
$\frac{2643}{10}$ x 4 x Rp. 500,– . . . . .Rp. 528.600,–

Biaya yang dikeluarkan untuk bahan Rp. 5.508.600,–

b. Upah buruh: Pada tabel 5 - 6 diperkirakan jam kerja buruh yang diperlukan :

Tabel 5 - 6 :

Jenis pekerjaan	Luas m^2 permukaan cetakan	Jam kerja tiap 10 m^2 luas cetakan		Jumlah jam kerja	Upah buruh rata - rata	Total upah buruh (Rp)
		Menyetel & Memasang	Membongkar & Membersihkan			
1. Pondasi-pondasi	70	7	3	70	Rp. 400 + 3 x Rp.300	17.080,–
2. Dinding	196	10	3	255	+ 3 x Rp.200 +	62.220,–
3. Tiang	284	8	4	341	+ 3 x Rp. 180	83.204,–
4. Kepala-kepala tiang	160	12	4	256	= Rp.2440 : 10	62.464,–
5. Lantai	1278	7	3	1278	= Rp. 244,–	311.832,–
6. Balok	285	10	4	399		97.356,–
7. Atap	370	8	3	397		96.868,–
Jumlah	2643			1996		731.024,–

Jadi biaya seluruhnya :

a. Bahan-bahan .... Rp. 5.508.600,–
b. Upah buruh .... Rp. 731.029,–
c. Alat-alat tangan ditaksir .... Rp. 100,000,–

Jumlah A Rp. 6.339.624,–
Biaya tak terduga 10 % A = Rp. 633.962,40

Jumlah B = Rp. 6.973.586,40
Keuntungan 10% B = Rp. 697.358,60

Jumlah biaya seluruhnya = Rp. 7.670.945,–

Jadi biaya tiap m2 $= \frac{7.670.945}{2643} =$ Rp. 2.902,36

Menghitung biaya penulangan :

Tulangan beton dihitung berdasarkan beratnya dalam kg atau ton. Para pelaksana biasanya membuat daftar khusus pembengkokan tulangan, di mana dapat dilihat dengan jelas bentuk pembengkokannya, panjangnya, banyaknya dan juga sisa pemotongan. Sisa pemotongan dapat diketahui banyaknya dan panjangnya dan dapat dipakai untuk penulangan lain, untuk penulangan lantai atau dinding ada tulangan beton yang berbentuk kasa yang digulung disebut wirecloth **dihitung** per m^2.

Kwalitas besi beton berlain-lainan dan harganya pun berlainan-lainan, jadi penggunaannya harus diperhitungkan benar-benar.

Juga permukaan tulangan ada yang halus dan ada yang diprofilkan untuk menambah pengikatan dengan beton.

Pada tabel 5 - 7 dan 5 - 8 disajikan daftar besi beton, ukurannya dalam inchi dan mm yang terdapat dalam perdagangan.

Tabel 5 – 7 Dalam metrik.

Diameter mm	Berat kg per m	luas potongan cm2
6	0,222	0,28
8	0,395	0,50
10	0,627	0,79
12	0,888	1,13
14	1,208	1,54
16	1,578	2,01
19	2,226	2,84
22	2,984	3,80
25	3,853	4,91

Tabel 5 - 8 Dalam ukuran Inggris.

No.	Diameter inch.	Berat kg per m	Luas potongan cm2
2	¼ "	0,247	0,32
	5/16"	0,387	0,50
3	3/8"	0,556	0,71
4	½ "	0,988	1,27
	9/16 "	1,264	1,61
5	5/8 "	1,544	1,98
6	¾ "	2,224	2,85
7	7/8 "	3,033	3,89
8	1 "	3,952	5,07
9	1 1/8"	5,07	6,45

Harga besi beton ± Rp. 500,– setiap kg di tempat pekerjaan yang tidak begitu jauh (1980). Harga ini tentunya berbeda-beda tergantung dari letaknya tempat pekerjaan.

Banyaknya tenaga buruh yang diperlukan :

Hal ini tergantung dari banyaknya pembengkokan dan pemotongan, banyaknya besi sengkang (stirrup) yang dipakai.

Untuk pemotongan besi beton diperlukan waktu antara 1 sampai 3 jam untuk 100 batang tulangan tergantung dari diameternya, alat-alat potongnya, dan ketrampilan buruhnya.

Pada tabel 5 - 9 disajikan jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 100 bengkokan, dan kaitan.

Ukuran besi beton ϕ	Dengan tangan		Dengan mesin	
	Bengkokan, (jam)	Kait, (jam)	Bengkokan, (jam)	Kait, (jam)
1 - ½" (12 mm) kebawah	2 - 4	3 - 6	0,8 - 1,5	1,2 - 2,5
2 - 5/8" (16 mm), ¾ " (19 mm) 7/8" (22 mm)	2,5 - 5	4 - 8	1 - 2	1,6 - 3
3 - 1" (25 mm), 1 1/8" (28,5 mm)	3 - 6	5 - 10	1,2 - 2,5	2 - 4
4 - 1¼" (31,75 mm), 1½" (38,1mm)	4 - 7	6 - 12	1,5 - 3	2,5 - 5

Pada tabel 5 - 10 disajikan jam kerja buruh yang dibutuhkan untuk memasang 100 buah batang tulangan.

Ukuran besi beton ϕ	Panjang batang tulangan (m)		
	Dibawah 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m
1 - ½" (12 mm) kebawah	3,5 - 6	5 - 7	6 - 8
2 - 5/8" (16 mm), ¾" (19 mm) 7/8" (22 mm)	4,5 - 7	6 - 8,5	7 - 9,5
3 - 1" (25 mm), 1 1/8" (28,5 mm)	5,5 - 8	7 - 10	8,5 - 11,5
4 - 1¼" (31,75 mm), 1½" (38,1 mm)	6,5 - 9	8 - 12	10 - 14

Apabila tulangan harus disusun dalam timbunan penyimpanan maka dapat dikerjakan sekitar 1000 kg sampai 2000 kg setiap jam kerja. Upah tukang besi beton berkisar sekitar Rp. 1.500,– per hari sedang buruh biasa sekitar Rp. 1.000,– per hari. (th. 1980).

Contoh :

Hitunglah anggaran biaya untuk pekerjaan membuat dan memasang besi beton seperti terlihat pada tabel 5 - 11

TABEL 5 – 11

Ukuran besi beton No.	Diameter mm	Panjang M	Jumlah besi beton 0-3 m	3m-6m	6m - 9m	Bengkokan	Kait
1	10	333	14	44	16	–	–
2	16	386	42	66	0	86	65
3	19	601	57	52	28	56	109
4	25	868	96	74	38	72	110
5	16(tiang2)	46	–	14	–	–	–
6	28,5 (tiang2)	60	–	12	–	–	
7	10 (pengikat)	218	102	–	–	408	–
8	10 (sengkang)	298	324	–	–	648	648

Harga besi beton Rp. 500,– setiap kg di tempat pekerjaan. Besi beton sudah dipotong oleh penjual sedang pembengkokan dan kait dibuat di tempat pekerjaan.
Pekerjaan ini dikerjakan oleh kelompok kerja yang terdiri dari 1 orang mandor dan 3 orang tukang. Upah mandor Rp. 400,–/jam dan upah tukang Rp. 300,–/jam sudah termasuk pajak upah dan assuransi. Pembuatan ganjel besi beton (spacers) dan kawat ikatan sudah termasuk upah di atas.

Jawab :

a. Harga besi beton dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5 - 12 :

Ukuran besi beton No.	Diameter mm	Panjang mm	Berat per M' kg	Berat semua kg	Harga satuan	Jumlah harga
1.	10	333	0,627	208,79		
2.	16	386	1,578	609,11		
3.	19	601	2,226	1337,83		
4.	25	868	3,853	3344,40		
5.	16 (tiang2)	46	1,578	72,59		
6.	28,5 (tiang2)	60	5,07	304,20		
7.	10 (pengikat)	218	0,627	136,69		
8.	10 (sengkang)	298	0,627	186,85		
		Jumlah		6200,46	Rp.500,–	Rp.3.100.230,-
		Kawat pengikat dan spacer 8%				Rp. 200.000,-
					Jumlah biaya	Rp.3.300.230,-

b. Buruh :

Upah buruh rata-rata $\frac{\text{Rp. } 400,- + 3 \times \text{Rp. } 300,-}{4}$ = Rp. 325,–/jam.

Pada tabel 5 - 13 dihitung jam kerja untuk pembengkokan.

Ukuran besi beton No.	Diameter mm	Jumlah Bengkokan	Jam kerja per 100 buah bengkokan	Jumlah jam kerja bengkokan	Jumlah kait	Jam kerja per 100 buah kait	Jumlah kerja membuat kait Jam
1.	10	–	–	–	–	–	–
2.	16	86	1,1	0,95	65	2,0	1,3
3.	19	56	1,3	0,73	109	2,3	2,51
4.	25	72	1,5	1,08	110	2,5	2,75
5.	16	–	–	–	–	–	–
6.	28,5	–	–	–	–	–	–
7.	10	408	1,0	4,08	–	–	–
8.	10	648	1,0	6,48	648	1,6	10,37
		1270		13,32	932		16,93

Jadi Upah membengkok besi beton 13,32 jam x Rp. 325,- = Rp. 4.329,–

Upah membuat kait 16,93 jam x Rp. 325,–= Rp. 5.502,25

Jumlah upah Rp. 9.831,25

Pada tabel 5 - 14 dibawah dihitung jam kerja untuk memasang tulang beton :

Ukuran besi beton No.	Diameter mm	Panjang 0 – 3 m Banyak nya btg.	Jam kerja per 100 btg.	Jumlah jam kerja	3 – 6 m Banyak nya btg.	Jam kerja per 100 btg	Jumlah jam kerja	6 – 9 m Banyak nya btg.	Jam kerja per 100 btg.	Jumlah jam kerja
1.	10	14	4	0,56	44	5,5	2,42	16	6,5	1,04
2.	16	42	5	2,10	66	6,5	4,29	–	–	–
3.	19	57	5,5	3,14	52	7,0	3,64	28	8,0	2,24
4.	25	96	6	5,76	74	7,5	5,55	38	9,0	3,42
5.	16	–	–	–	14	6,5	0,91	–		
6.	28,5	–	–	–	12	9,0	1,08	–		
7.	10	102	–	–	–	–	–	–		
8.	10	324	5	16,20	–	–	–	–		
				27,76			17,89			6,70

Jadi jumlah jam kerja untuk memasang tulangan :

27,76 + 17,89 + 6,7 = 52,35 jam.

Upah buruh untuk memasang tulangan = 52,35 x Rp. 325,- =

Rp. 17.013,75

c. Peralatan :

Alat yang dipakai yaitu sebuah mesin pembengkok, 2 buah kayu penyetel (benches) dan alat-alat tangan. Diperkirakan sewanya Rp. 10.000,--.

Jadi biaya seluruhnya :

1. Bahan-bahan ....Rp. 3.300.230,–
2. Upah buruh :
   a. Membengkok & kait ......Rp. 9.831,25
   b. Memasang ....Rp. 17.013,75
3. Peralatan ....Rp. 10.000,–

Jumlah A Rp. 3.337.075,–
Biaya tidak terduga 10% A Rp. 333.707,50

Jumlah B = Rp. 3.670.782,50
Keuntungan 10% B = Rp. 367.078,25

Jumlah biaya seluruhnya = Rp. 4.037.860,75
dibulatkan = Rp. 4.037.860,–

Jadi biaya setiap kg = $\frac{4.037.860}{6200{,}46}$ = Rp. 651,22

Menghitung biaya campuran beton :

Langkah pertama untuk menghitung biaya ialah menghitung volume dari campuran-campuran beton, di mana campuran yang sejenis dijumlahkan dengan jenis yang sama sedang campuran lain dijumlahkan volumenya dengan jenis campuran lain yang sama pula.

Satuan yang dipakai biasanya m^3. Jenis campuran beton terdiri dari semen, air, pasir dan kerikil, bagian-bagiannya diukur dengan berdasarkan beratnya atau berdasarkan volume.

Kekuatan beton, keawetannya dan mudahnya dikerjakan tergantung dari perbandingan campuran dan juga dari nilai faktor air semen. Lihat PBI.

Untuk beton mutu B_1 dan K 125 dapat dipakai campuran nominal semen ; pasir; kerikil dalam perbandingan isi 1 : 2 : 3 atau 1 : 1½ : 2½.

Untuk beton dengan mutu yang lebih tinggi seperti K 175, K 225, maka campuran haruslah campuran beton yang direncanakan dan dilengkapi data-data otentik dan pengalaman-pengalaman pelaksanaan beton pada masa yang lalu.

Di bawah ini disajikan data-data berdasarkan pengalaman :

Kekentalan :

Campuran disebut kental bila mempunyai slump sebesar5 cm atau kurang.

Campuran disebut sedang bila mempunyai slump sebesar 5 cm sampai 10 cm.

Campuran disebut basah bila mempunyai slump sebesar 10 cm sampai 15 cm.

Beton dengan campuran kental dan sedang agak sulit untuk dikerjakan.

Water cement ratio atau nilai faktor air semen :

Pada tabel 5 - 15 disajikan data kira-kira hubungan antara nilai faktor air semen dengan kekuatan beton.

Nilai faktor air semen	Kekuatan kg / cm²	
	Tekan	Lentur
0,35	423	49
0,44	352	44
0,53	282	39
0,62	233	35
0,71	197	32

Pada tabel 5 - 16 disajikan kekuatan-kekuatan beberapa campuran beton dengan slump 7,5 cm.

Ukuran Maksimum Agregat cm	Tiap kantong semen = 42,5 kg			Tiap m^3 beton			
	Pasir kg	Kerikil kg	m^3 beton tiap kantong semen	Semen kantong	Air liter	Agregat (kg) Pasir	Agregat (kg) Kerikil
Air = 19 liter tiap kantong semen, kekuatan tekan, 28 hari = 350 kg / cm^2							
1,90	81,82	100	0,10	9,96	188,42	814,07	992,33
2,54	75	113,64	0,10	9,69	183,47	724,94	1099,29
3,8	72,73	131,82	0,11	9,17	173,55	665,52	1206,25
5,08	72,73	147,73	0,12	8,65	163,63	629,86	1271.60
Air = 23 liter tiap kantong semen, kekuatan tekan, 28 hari = 275 kg/cm^2							
1,90	106,82	120,45	0,12	8,25	188,42	879,43	992,33
2,54	97,73	134,09	0,12	8,12	183,47	790,30	1087,30
3,8	95,45	156,82	0,13	7,6	173,55	724,94	1188.42
5,08	95,45	177,27	0,14	7,21	163,63	689,28	1271.60
Air = 26,5 liter tiap kantong semen, kekuatan tekan, 28 hari = 225 kg / cm^2							
1,90	131,82	138,64	0,14	7,14	188,42	938,81	986.39
2,54	122,73	154,55	0,14	7,01	185,94	861.60	1087,40
3,8	120,45	179,55	0,15	6,55	173,55	784,36	1170,59
5,08	120,45	204,55	0,16	6,16	163,63	742,76	1259,72
Air = 30 liter tiap kantong semen, kekuatan tekan, 28 hari = 200 kg / cm^2							
1,90	156,82	150	0,16	6,22	188,42	974,51	938.85
2,54	150	175	0,17	6,09	183,47	915,09	1063,64
3,8	145,45	200	0,17	5,76	173,55	837,84	1146,83
5,08	147,73	231,82	0,19	5,37	163,63	796,24	1241.89

Pada waktu mengerjakan **campuran beton air tentu lebih** banyak dipakai untuk pencuci dan membersihkan. Jadi keperluan air untuk 1 m^3 beton berkisar antara 350 liter sampai 745 liter atau rata-rata 500 liter sedang untuk beton sendiri diperlukan kira-kira 200 liter tiap m^3-nya.

Untuk membuat campuran yang lebih mudah dikerjakan dengan menambah slump maka caranya sebagai berikut :

Campuran berdasarkan tiap kantong semen :

Untuk menambah slump maka bila kita menurunkan berat agregat halus dan kasar dengan 3%, slump akan bertambah dengan 2,50 cm, juga sebaliknya.

Campuran berdasarkan 1 m^3 campuran beton :

Untuk menambah slump maka bila kita naikkan banyaknya semen dan air dengan 3%, maka slump akan bertambah dengan 2,50 cm; juga sebaliknya bila banyaknya semen dan air diturunkan 3% maka slump turun 2,50 cm.

Banyaknya bahan campuran ditentukan dengan " Absolute - Volume Method " :

Untuk cara mencampur bahan yang lebih teliti dipakai cara ini. Biasanya campuran-campuran itu ditentukan dengan menimbang berat agregat, mengukur volume air berapa liter dan semen berapa kantong. Tetapi dengan cara yang disebut di atas diperlukan kerapatan relatip (specific gravity) yaitu perbandingan berat suatu benda terhadap air yang mempunyai suhu 4° dengan isi yang sama dan berat padat (solid weight) dari bahan campuran.

Pada tabel 5 - 17 dapat dilihat harga-harga dari kerapatan relatip dan berat padat bahan-bahan.

Bahan	Kerapatan relatip	Berat padat (kg) tiap m^3
1. Air	1,00	1000.00
2. Semen	3,15	3153.89
3. Pasir	2,65	2656,33
3. Kerikil / Batu pecah	2,65	2656,33

Banyaknya udara dalam campuran sangat kecil, jadi dapat diabaikan saja.
1 liter air = 1 kg berat padat.
1 kantong semen = 42,50 kg = 0,01 m^3 = berat padat.

Contoh :
Hitunglah banyaknya bahan campuran beton untuk campuran 1 m^3 beton. Perbandingan bahan adalah sebagai berikut :
1 kantong semen : 20,82 liter air : 84,09 kg pasir kering permukaan: 127,27 kg kerikil kering permukaan.

Jawab : Pertama-tama hitung dahulu kubikasi dari campuran dengan satu kantong semen.

1 kantong semen = 42,50 kg = $\frac{42,50}{3153,69}$ = 0,01 m^3

Air = 20,82 liter = $\frac{20,82}{1000}$ = 0,02082 m^3

Pasir = 84,09 kg = $\frac{84,09}{2656,33}$ = 0,03 m^3

Kerikil = 127,27 kg = $\frac{127,27}{2656,33}$ = 0,05 m^3

Volume absolut = 0,11 m^3

Jadi banyaknya bahan yang diperlukan untuk 1 m^3 campuran :

semen = 1 : 0,11 = 9,09 kantong semen = 9,09 x 42,5 kg = 386,33 kg.
Air = 9,09 x 20,82 l = 189,27 liter = 189,27 kg.
Pasir = 9,09 x 84,09 kg = 764,38 kg.
Kerikil = 9,09 x 127,27 kg = 1156,88 kg.
Jadi berat beton 1 m^3 = 2496,86 kg.

Harga-harga bahan :
Harga semen di tempat pekerjaan adalah harga di pabrik ditambah ongkos naik turun alat angkutan, ditambah ongkos angkut ditambah kehilangan : dan lain-lain yang mungkin terjadi.
Harga semen Rp. 2.500,-- di tempat pekerjaan (1980), pasir Rp. 4.000,- dan kerikil Rp. 5.000,-.
Sedang harga air apabila dari PAM harganya sudah tertentu, berdasarkan peraturan kotapraja.
Di kota-kota besar dapat diperoleh ready mix yang harganya tentu lebih mahal, bila kita mencampur sendiri, tetapi banyaknya buruh dan pekerjaan berkurang.

annya, keadaan setempat, cuaca, jenis peralatan yang ada dan ketrampilan buruhnya.
Buruh diperlukan untuk mencampur beton, mengangkut dan menaruhnya dicetakan-cetakan yang sudah ada. Bila digunakan ready mix maka buruh tidak diperlukan untuk mencampur beton.

Pada tabel 5 – 18 disajikan data keperluan buruh untuk mencampur, menaruh di dalam cetakan dan memeliharanya sesudah ditaruh dicetakan (curing).

Jenis Pekerjaan	Jam kerja setiap m^3 betonan
1. Mencampur beton dengan tangan	1,31 – 2,62
2. Mencampur beton dengan mesin pengaduk	0,65 – 1,57
3. Mencampur beton dengan memanaskan air dan agregat	0,92 – 1,97
4. Memasang pondasi-pondasi	1,31 – 5,24
5. Memasang tiang-tiang dan dinding tipis	2,62 – 6,55
6. Memasang dinding tebal	1,31 – 5,24
7. Memasang lantai	1,31 – 5,24
8. Memasang tangga	3,93 – 7,86
9. Memasang beton struktural	1,31 – 5,24
10. Memasang beton struktural pada cuaca dingin (di Luar Negeri)	2,62 – 6,55
11. Memelihara beton	0,65 – 1,31
12. Memelihara beton pada cuaca dingin, dan memanaskannya (di Luar Negeri)	1,31 – 6,55
13. Mengaduk, memasang dan memeliharanya	2,62 – 7,86
14. Mengaduk, memasang dan memeliharanya pada cuaca dingin (di Luar Negeri)	3,93 – 13,1

Peralatan :
Alat-alat yang diperlukan tergantung dari besarnya pekerjaan. Dari mesin pengaduk yang kecil, dengan beberapa kereta dorong dan alat-alat tangan sampai ke mesin pengaduk yang besar dengan alat-alat timbangan bahan, keran dengan alat penyodok (bucket), alat transport dengan kabel dan bakul-bakul tempat menaruh adukan, ban berjalan

mesin pompa beton, atau alat-alat transport lainnya.
Jadi alat-alat yang diperlukan ialah alat untuk menimbang, mengaduk beton, mengangkut dan mengecor beton, untuk pekerjaan penyelesaian, dan pemeliharaan beton (curing).
Bila ready mix dipergunakan maka tempat untuk penyimpanan bahan, alat penimbang bahan dan alat pengaduk tidak diperlukan. Alat-alat untuk memelihara beton agar tidak jadi kering ialah slang-slang air, dan canvas dan lain-lain, pemeliharaan dilakukan biasanya untuk satu minggu.
Kapasitas alat pengaduk beton bermacam-macam dari yang $\frac{1}{10}$ m^3 sampai 3 m^3 atau lebih.
Lamanya satu kali mengaduk 3 menit, atau 4 @ 5 menit rata-rata, yaitu untuk mengisi, mengaduk dan mengeluarkan adukan. Lamanya mengaduk saja 1 @ 1½ menit.
Seorang buruh dengan kereta dorong (wheel barrow) dapat mengangkut 0,75 – 1,20 m^3 setiap jam untuk jarak 10 sampai 15 m.
Harus diatur sedemikian rupa sehingga hasil dari mesin pengaduk dapat diangkut dan dicorkan di tempat tanpa harus ada alat angkut yang menunggu.

Contoh :

Hitunglah anggaran biaya untuk pekerjaan betonan sebanyak 1500 m^3 dengan campuran tiap m3 : 6,16 kantong semen, 163,63 liter air, 742,76 kg pasir dan 1259,72 kg kerikil. Beton adalah K 225.
Harga semen Rp. 2.500,–, pasir beton Rp. 4.000,–/m^3 dan kerikil Rp. 5.000,–/m^3 di tempat pekerjaan, air didapat dari sumur-sumur dengan pompa.
Alat-alat yang dipakai :

4 buah beton molen kapasitas $\frac{1}{3}$ m^3 dengan sewa @ Rp. 1000,-/ jam
24 buah concrete vebrator dengan sewa @ Rp. 250,– / jam.
1 buah kompressor kapasitas 125 CFM @ Rp. 2000,-/jam.
1 buah pompa air kapasitas 50 l/menit @ Rp. 250,-/jam.
Beberapa buah wheelborrow dan alat-alat tangan.

Kompressor dipakai untuk membersihkan cetakan beton sebelum beton dicor, sedang air dipakai untuk mencuci bahan-bahan yang kotor, campuran beton dan keperluan lain-lain.

Jawab :

Bahan :				
	Semen	1500 x 6,16 x Rp. 2.500,-	= Rp.	23.100.000,--
	Pasir	1500 x 742,76 x $\frac{1}{2650}$ x Rp.4000,-	Rp.	1.681.720,76
	Kerikil	1500 x 1259,72 x $\frac{1}{2650}$ x Rp.5000,-	Rp.	3.565.245,28
	Air termasuk sewa pompa		Rp.	—
		Jumlah	Rp.	28.346.966,04

Alat-alat :

Kapasitas alat pengaduk beton $\frac{1}{3}$ m^3 setiap 5 menit rata-rata.
Jadi waktu yang diperlukan untuk pengecoran dengan 4 buah pengaduk beton : ¼ x 1500 x 3 x 5 menit = 5625 menit = 94 jam.
Waktu yang dipakai untuk pengecoran ialah 16 jam/hari; 2 kelompok kerja.
Lamanya pengecoran $\frac{94}{16}$ = 6 hari.
Produksi 1 mesin pengaduk $\frac{60}{5}$ x $\frac{1}{3}$ m^3 = 4 m^3/jam.
Banyaknya kereta dorong tiap mesin pengaduk 5 buah. Diperkiıakan buruh dengan kereta dorong dapat menganku 1 m^3 dalam 1 jam.
Jadi biaya untuk peralatan sebagai berikut :

4 buah beton molen = 4 x Rp. 1000 x 94 jam	= Rp.	376.000,-
2 buah concrete vibrator = 2 x Rp. 250,- x 94 jam	Rp.	47.000,-
1 buah kompressor = 1 x Rp. 2000 x 16 jam	= Rp.	32.000,-
1 buah pompa air = 1 x Rp. 250,- x 300 jam	= Rp.	75.000,-
20 buah kereta dorong 20 @ Rp. 30.000,-	= Rp.	600.000,-
Alat-alat tangan	= Rp.	100.000,-
Jumlah	= Rp.	1.230.000,-

Pemakaian kompressor untuk menbersihkan cetakan sebelum mencor beton diperlukan ±16 jam. Pemakaian pompa air untuk betonan diperlukan ± 500 liter tiap m^3 termasuk mencuci bahan dan lain-lain.
Upah buruh :
Buruh yang bekerja adalah sebagai berikut :
4 orang operator beton molen, upahnya sudah termasuk pada sewa alat.
2 orang operator concrete vibrator, upahnya sudah termasuk pada sewa alat.
1 orang operator kompressor & pompa, upah sudah termasuk sewa alat.
20 orang buruh untuk kereta dorong @ Rp. 200,–/jam.
4 x 6 orang pengisi bahan pengaduk beton @ Rp. 200,–/jam.
2 orang pembantu pengecoran @ Rp. 200,–/jam.
1 orang mandor @ Rp. 400,--/jam.

Upah di atas sudah termasuk pajak upah dan assuransi.
Jam kerja buruh berdasarkan tabel 5 - 18 dapat dihitung sebagai berikut :

- Mencampur dengan mesin pengaduk 0,65 jam x 1500 m^3 = 975 jam
- Memasang pondasi 1,31 jam x 450 m^3 = 589,5 „
- Memasang tiang-tiang 2,62 jam x 350 m^3 = 917 jam
- Memasang lantai 1,31 jam x 750 m^3 = 982,50,,
- Pemeliharaan (curing) 0,65 jam x 1500 m^3 = 975 jam

Jumlah jam kerja = 4439 jam

Jam kerja tergantung dari mudah dan sukarnya pengecoran, hal ini sangat berbeda-beda.

Upah buruh rata-rata $\frac{(46 \text{ x Rp. } 200 + 1 \text{ x Rp. } 400,\text{--})}{47}$ = Rp.204,26/jam

Upah buruh semuanya 4439 x Rp. 204,26 = Rp. 906.689,36

Jadi biaya pengecoran beton seluruhnya :

Bahan-bahan .... Rp. 28.346.966,04
Peralatan .... Rp. 1.230.000,--
Upah buruh .... Rp. 906.689,36

Jumlah A = Rp. 30.483.655,40
Biaya tidak terduga 10% A = Rp. 3.048.365,54

Jumlah B = Rp. 33.532.020,94
Keuntungan 10 % B = Rp. 3.353.202,09

Jumlah biaya seluruhnya = Rp. 36.885.223,03
D i b u l a t k a n = Rp. 36.885.223,–

Jadi harga beton /m^3 = $\frac{36.885.223,–}{1500}$ = Rp. 24.590,15

Penyelesaian permukaan beton :

Pekerjaan ini cukup besar sebab apabila cetakan beton sudah dibongkar biasanya permukaan beton penuh dengan lobang-lobang dan serat-serat kayu yang melekat, yang semuanya harus ditutup dan dibersihkan, kemudian dipasang permukaan akhir. Permukaan akhir dapat berupa menghaluskan permukaan atau memasang terrazo atau jubin marmer dan lain sebagainya.

Permukaan agar halus dapat dilapisi mortar yang tebalnya berkisar antara 2,50 cm.
Pada tabel 5 - 20 disajikan keperluan bahan untuk penyelesaian permukaan dengan mortar tebal 2,50 cm dihitung keperluan tiap 10 m^2.

Tabel 5 - 20

Bahan	Campuran berdasarkan Volume				
	1 : 1	1 : 1½	1 : 2	1 : 2½	1 : 3
Semen, kantong	6	4,8	4	3,5	3,0
Agregat, m^3	0,17	0,20	0,23	0,24	0,25
	Campuran berdasarkan berat.				
	1 : 1	1 : 1½	1 : 2	1 : 2½	1 : 3
Semen, kg	273	218	182	157	136
Agregat, kg	273	327	364	391	409

Air yang diperlukan sekitar 284 liter sampai 568 liter untuk luas 10 m^2.

Buruh:
Untuk pekerjaan ini perlu buruh yang akhli atau tukang, pada tabel 5 - 21 disajikan data keperluan buruh untuk pekerjaan penyelesaian permukaan beton.

Peralatan :
Peralatan dapat terdiri dari beberapa sendok aduk sampai mesin pengaduk bagi pekerjaan yang besar.
Kadang-kadang dipakai mesin gurinda untuk menghaluskan permukaan yang digerakkan tenaga listrik.
Steger atau scaffolding diperlukan untuk pekerjaan ini bila bangunan cukup tinggi.

Tabel 5 - 21 :

	Jenis pekerjaan penyelesaian permukaan beton	Satuan	Jam kerja
1.	Lantai, dinding, jalan samping	10 m^2	1.1 – 4,4
2.	Lengkungan dan lapis dasar semen pasir.	10 m	0.3 – 1.3
3.	Lengkungan berukir, lapis dasar semen pasir	10 m	1 – 2,3
4.	Menggosok dengan Carborundum, lantai, dinding	10 m^2	4.4 – 12.90
5.	Menggosok dengan Carborundum, ambang jendela lengkungan	10 m	1,3 – 4.7
6.	Menggurinda dengan mesin	10 m^2	3,25 – 12.90
7.	Ukiran permukaan, bermacam-macam	10 m^2	8.64 – 21.60
8.	Lapisan dengan terrazo termasuk mencampur dan memasang tebal 2.50 cm dipasang setelah betonan kering.	10 m^2	7.56 – 16.20
9.	Lapisan dengan terrazo seperti no. 8 tetapi dipasang segera setelah beton dicor.	10 m^2	5.40 – 12.90
10.	Membersihkan permukaan dan menambal lubang-lubang	10 m^2	1.1 – 4.4
11.	Menggosok	10 m^2	2.16 – 5,4
12.	Membasuh dengan acid	10 m^2	2,16 – 5,4
13.	Menyemprot dengan butir pasir	10 m^2	3.24 – 6,40
14.	Dengan semen atau lapisan lain 1 lapis	10 m^2	2,16 – 5,4

Adalah tidak mungkin memperkirakan biaya peralatan yang tepat sekali yang berlaku umum karena untuk setiap pekerjaan sangat berlainan keperluannya.

Contoh :

Hitunglah biaya pekerjaan penyelesaian permukaan beton yang dilapisi terazzo setebal 6,50 cm yang dipasang dalam 2 lapisan. Lapisan pertama tebalnya 4 cm adalah lapisan mortar dengan perbandingan campuran 1 bagian semen dengan 3 bagian pasir (perbandingan berat). Sedang lapisan akhir setebal 2,50 cm terdiri dari campuran 1 bagian semen dengan 2 bagian pecahan marmer (perbandingan berat).

Harga bahan sebagai berikut :

1 kantong semen @ Rp. 2.500,-, pasir Rp. 4.000,- per m^3.

Pecahan marmer harganya Rp. 10,– tiap kg.

Kelompok kerja terdiri dari 1 orang mandor dengan upah Rp. 400,–/jam, 2 orang tukang tembok dengan upah Rp. 300,–/jam dan 3 orang buruh biasa dengan upah Rp. 200,–/jam, sudah termasuk pajak upah dan assuransi.

Jawab :

Untuk lapisan pertama tebal 4 cm, campuran 1 : 3 dapat dilihat pada tabel 5 - 20, untuk bidang seluas 10 m^2.

a_1. Semen 136 kg x $\frac{4}{2,5}$ = 217,60 x $\frac{1}{42.5}$ x Rp. 2 500,- = Rp. 12.800,–

Pasir 40.9 kg x $\frac{4}{2,5}$ = 654,4 x $\frac{1}{2.650}$ x Rp. 4 000,- = Rp. 987,77

Air diperoleh dari PAM @ Rp.100,-/m^3 rata-rata x $\frac{568}{1000}$ m^3 = Rp. 56,80

Biaya bahan = Rp. 13.844,57

b_1. Upah buruh rata-rata = $\frac{(1 \times \text{Rp. } 400,- + 2 \times \text{Rp. } 300,- + 3 \times \text{Rp. } 200,--)}{6}$ = Rp. 266,67

Lamanya bekerja kurang lebih 2,5 jam. Jadi upah 2,5 x Rp. 266,67 = Rp. 666,68

a_2. Untuk lapisan akhir setebal 2,50 cm, campuran 1 : 2, lihat tabel 5 - 20 :

Semen 182 kg x Rp. 2.500,– x $\frac{1}{42,5}$ = Rp. 10.705,88

Pasir 364 kg x Rp. 4.000,– x $\frac{1}{2650}$ = Rp. 549,43

Air $\frac{568}{1000}$ x Rp. 100,– = Rp. 56,80

Biaya bahan = Rp. 11.312,11

b_2. Lamanya bekerja ditaksir 10 jam.

Jadi upah buruh = 10 x Rp. 266,67 = Rp. 2.666,70

Jadi biaya seluruhnya :

1. Bahan lapisan dasar semen pasir 1:3	Rp.	13.844,57
2. Bahan lapisan akhir, semen, pasir marmer 1:2	Rp.	11.312,11
3. Upah memasang lapisan dasar	Rp.	666,68
4. Upah memasang lapisan akhir	Rp.	2.666,70
5. Peralatan ditaksir	Rp.	5.000,–
Jumlah A	Rp.	33.490,06
Biaya tidak terduga 10% A	Rp.	3.349,00
Jumlah B	Rp.	36.839,06
Keuntungan 10 % B	Rp.	3.683,90
Jumlah biaya seluruhnya	Rp.	40.522,96
Dibulatkan	Rp.	40.523,–

Jadi tiap m^2 ongkosnya = $\frac{40.523}{10}$ = Rp. 4.052,30

Biaya keseluruhan pekerjaan beton :
Biaya ini adalah penjumlahan dari :
1. Pekerjaan cetakan beton.
2. Pekerjaan membuat & memasang tulangan.
3. Pekerjaan pengecoran.
4. Pekerjaan penyelesaian permukaan beton.
5. Pekerjaan pemeliharaan.

Menghitung biaya betonan untuk pejalan kaki, jalan masuk dan lantai garasi :

Lantai beton jenis ini diinjak orang berjalan atau kendaraan-kendaraan pribadi diperumahan-perumahan.
Karena jenis betonan ini sangat banyak dipakai, maka perlu dibicarakan lebih mendalam.
Jenis pekerjaan untuk betonan ini ialah :
1. Penggalian tanah atau penimbunan.
2. Mendatarkan tanah dan memadatkan.
3. Memasang lapisan dasar dan memadatkannya.
4. Memasang cetakan bila perlu.
5. Mengaduk dan mengecor beton.
6. Memasang tulangan.
7. Memasang sambungan muai dan menyelesaikan permukaan.
8. Memelihara coran beton.
9. Membuka cetakan dan membersihkan.

Bahan :

Tebal dari betonan macam ini berkisar antara 7,5 sampai 20 cm. dicor sekali gus, tidak dilapis-lapis.

Lapisan dasar :

Setelah dilakukan penggalian, maka lapisan dasar diletakkan yang terdiri dari pasir atau kerikil atau batu pecah, dan kemudian dipadatkan.
Keperluan bahan ini banyaknya dapat dilihat pada tabel 5 - 22 di bawah.

Tabel 5 - 22 Keperluan bahan untuk lapisan dasar seluas 10 m^2

Campuran beton	Tebal setelah dipadatkan, cm				
	5	7,5	10	12,5	15
Meter kubik (m^3)	0,92	1,31	1,77	2,16	2,62
Ton (1000 kg)	0,82	1.18	1,59	1,96	2.37

Sambungan muai :

Siar muai harus diisi dengan bahan fiber yang dicampur aspal. yang tebalnya 1,25 cm yang memisahkan antara 2 lapis beton.

Penulangan :

Penulangan dapat dilakukan dengan besi beton berukuran kecil (ϕ – 6 mm) atau kasa tulangan (wire mesh).

Bahan :

Bahannya adalah campuran semen portland dengan air yang bersih pasir yang bergradasi baik berukuran 1 cm dan kerikil yang bergradasi baik berukuran 0,6 cm sampai 2,5 cm.

Campuran bahan :

Pada tabel 5 - 23 disajikan campuran beton yang dianjurkan untuk beton jenis ini; dengan slump 7,5 cm, dengan pasir berukuran 1 cm dan kerikil 2,5 cm.

Tabel 5 - 23 :

	1 kantong semen		1 m^3 campuran	
Semen, (kantong)	1.00	1.00	8,11	7.47
Air (liter)	22,71	24;60	140	140
Pasir (kg)	97.73	109,09	609,09	622,73
Kerikil (kg)	134,09	145,45	831,82	827,27
Isi campuran (m^3)	0.12	0,13	1,00	1,00

Bila campuran dikehendaki berdasarkan volume maka berat agregat dibagi dengan berat tiap m^3. Sedang nilai faktor air semen tidak berubah.
Tebal betonan yang dianjurkan :
Jalan masuk perumahan, lantai garasi .... 10 cm
Jalan masuk toko toserba dan lain-lain .... 15 cm
Jalan masuk kendaraan ke daerah pertokoan .... 20 cm
Lantai garasi untuk truck berukuran sedang .... 15 cm
Lantai garasi untuk truck berat .... 20 cm
Pada tabel 5-24 disajikan data keperluan bahan untuk campuran beton seluas 10 m^2 dengan slump 7,5 cm.

Tabel 5 - 24 :

Uraian	Tebal cm						Banyaknya bahan tiap m^3
	7,5	10	12,5	15	17,5	20	
	Nilai faktor air semen, 22,71 liter tiap kantong semen						
Semen (kantong)	6,19	8,32	10,37	12,42	14,53	16,58	8,11
Air (liter)	141	188	235	282	329	376	183,5
Pasir (ton)	0,62	0,81	1,02	1,23	1,44	1,64	0,80
Kerikil (ton)	0,83	1,11	1,40	1,68	1,96	2,25	1,09
	Nilai faktor air semen, 24,60 liter tiap kantong semen						
Semen (kantong)	5,72	7,61	9,56	11,45	13,34	15,28	7,47
Air (liter)	141	188	235	282	329	376	183,5
Pasir (ton)	0,62	0,83	1,04	1,25	1,47	1,68	0,82
Kerikil (ton)	0,83	1,11	1,39	1,68	1,96	2,24	1,08
Beton (m^3)	0,77	1,02	1,28	1,53	1,79	2,04	1.00

Keperluan tenaga buruh :

Tenaga buruh yang dipergunakan tiap-tiap 10 m^2 tergantung dari keadaan setempat, ketrampilan dan kerajinan buruh, dan jarak bahan atau adukan dari tempat mesin pengaduk atau tempat pengecoran. Mesin pengaduk yang kecil (½ kantong semen) dengan kelompok kerja terdiri dari 3 sampai 6 orang sudah memadai.
Untuk mesin pengaduk sedang (1 kantong semen) diperlukan 5 sampai 10 orang.
Pada tabel 5 - 25 disajidkan data untuk keperluan buruh untuk pembuatan jalan perumahan, jalan masuk kendaraan dan lantai garasi.

Tabel 5 - 25

U r a i a n	Jam kerja per 10 m^2
1. Meratakan dan memadatkan tanah	0,54 – 2,16
2. Memasang, meratakan dan memadatkan lapisan dasar	0,54 – 2,16
3. Memasang cetakan	0,54 – 2,16
4. Mengaduk dan mencor beton	1,62 – 3,24
5. Penyelesaian	1,08 – 3,24
6. Pemeliharaan, membongkar cetakan, membersihkan	0,54 – 2,16
Jumlah	4,86 –15,12

Agar beton hasilnya memuaskan hendaknya ditutup dengan terpal setelah permukaan mengeras dan tutupnya ini harus dibasahi sehari 2 kali pada hari-hari panas selama seminggu.
Cetakan dapat terbuat dari kayu yang tebalnya 5 cm atau dari pelat besi. Patok pengukur tinggi diperlukan setiap jarak 1 m sampai 1,50 m sepanjang cetakan. Cetakan setelah dibongkar dapat dipakai kembali.

Contoh :
Hitunglah biaya untuk membuat jalan orang, terbuat dari beton yang lebarnya 1,50 m dan panjangnya 200 m. Jalan orang ini tebalnya 10 cm dan diberi lapisan dasar dari pasir setebal 5 cm.
Campuran beton berdasarkan berat, dengan diameter agregat terbesar 2,50 cm. Pengalian dan penimbunan tanah hampir tidak ada, karena jalan mengikuti kemiringan tanah.
Harga bahan di tempat pekerjaan, semen @ Rp. 2.500,– / kantong, pasir Rp. 4.000,–/m^3 dan kerikil Rp. 5.500,–/m^3. Air diambil dari PAM dengan harga rata-rata Rp. 100,–/m^3.
Tenaga yang dipergunakan adalah sebagai berikut :
1 orang mandor dengan upah Rp. 400,–/jam.
1 orang operator mesin pengaduk beton upahnya termasuk sewa alat.
1 orang tukang plesteran dengan upah Rp. 300,–/jam.
5 orang buruh biasa dengan upah Rp. 200,–/jam.
Upah sudah termasuk pajak upah dan assuransi.
Sewa beton molen Rp. 1.000,–/jam. Sedang biaya untuk seluruh angkutan Rp. 30.000,–.

Campuran beton untuk 1 kantong semen, 22,71 liter air, 97,73 kg pasir dan 134,09 kg kerikil.

Jawab :
Luas betonan = 1,5 x 200 = 300 m^2.
a. Bahan: Lihat tabel 5 - 22, 5 - 23 dan 5 - 24.

Lapisan dasar pasir = $\frac{300}{10}$ x 0,92 m^3 = 27, 6 m^3 x Rp. 4.000,–	Rp. 110.400,–
Semen $\frac{300}{10}$ x 8,32 x Rp. 2.500,–	Rp. 624.000,–
Pasir $\frac{300}{10}$ x 0,81 x $\frac{1}{2,65}$ x Rp. 4.000,–	Rp. 36.679,25
Kerikil $\frac{300}{10}$ x 1,11 x $\frac{1}{2,65}$ x Rp. 5.500,–	Rp. 69.113,21
Air $\frac{300}{10}$ x 188 x $\frac{1}{1000}$ x Rp. 100,–	Rp. 564,–
Sambungan muai diperkirakan seluruhnya	Rp. 10.000,–
Jumlah	Rp. 850.756,46

b. Upah buruh. Lihat tabel 5 - 25

Meratakan dan memadatkan tanah 0,54 jam x $\frac{300}{10}$	= 16,20 jam
Memasang lapisan dasar 0,75 jam x $\frac{300}{10}$	= 22,50 jam
Memasang cetakan 0,75 jam x $\frac{300}{10}$	= 22,50 jam
Mengaduk dan mengecor beton 2,25 jam x $\frac{300}{10}$	= 67,50 jam
Penyelesaian 1,20 jam x $\frac{300}{10}$	= 36 jam
Pemeliharaan dan membersihkan 1 jam x $\frac{300}{10}$	= 30 jam
Jumlah jam kerja	= 194,70 ∿ 200 jam

Upah rata-rata = $\frac{(1 \times Rp.\ 400 + 1 \times Rp.\ 300 + 5 \times Rp.\ 200)}{7}$ =

= Rp. 242,86 / jam.

Jadi upah buruh seluruhnya = 200 x Rp. 242,86 = Rp. 48.571,43

c. Cetakan :
Kayu 5 cm x 10 cm panjang 600 m = 3 m^3 @ Rp. 75.000,–
= Rp. 225.000,–

d. Sewa alat :
Beton molen Rp. 1000 x $\frac{30\ m^3}{1\ m^3}$ x $\frac{15\ menit}{60}$ = Rp. 7.500,–

e. Transport alat-alat = Rp. 30.000,–

Jadi jumlah biaya A(a+b+c+d+e) = Rp. 1.161.827,89
Biaya tidak terduga 10% A = Rp. 116.182,78

Jumlah B = Rp. 1.278.010,67
Keuntungan 10% x B = Rp. 127.801,06

Jumlah biaya seluruhnya = Rp. 1.405.811,73
Dibulatkan = Rp. 1.405.812,–

Jadi harga betonan tiap m^2 = $\frac{1.405.812}{300}$ = Rp. 4.686,04

Menghitung biaya pembuatan jalan beton :

Cara menghitung biaya pembuatan jalan ini dapat dikerjakan dengan pengelompokan pekerjaan sebagai berikut :

1. Biaya bahan-bahan : biaya untuk pembelian semen, pasir, kerikil atau batu pecah, air, penulangan, cetakan, siar muai dan lain-lain.
2. Biaya penyimpanan : biaya untuk mengukur berat bahan, mengangkat, menurunkan. (lihat Bab II).
3. Biaya angkutan : mengangkut bahan ke tempat pekerjaan.
4. Biaya konstruksi :
   a. Penggalian dan penimbunan. (lihat Bab III).
   b. Pengrataan dan pengukuran survey.
   c. Penyediaan air untuk campuran beton.
   d. Cetakan beton.
   e. Memasang penulangan.
   f. Mengaduk dan mengecor beton.
   g. Pemeliharaan beton.

Bahan :
Keperluan bahan untuk luas 1 m^2 dari jalanan beton terlihat pada tabel 5 - 26.

Tabel 5 - 26

Tebal cm	m^3 beton tiap m^2
12,5	0,125
15	0,15
17,5	0,175
20	0,20
22,5	0,225
25	0,25
27,5	0,275
30	0,30

Jalanan beton kadang-kadang ditebalkan pada ujung-ujungnya, jadi untuk menghitung volume bahan dihitung dulu luas potongan melintangnya.
Campuran beton jenis ini sangat kental, biasa dipakai slump sebesar 2,5 cm sampai 5 cm, kemudian penyelesaian permukaan dilakukan dengan mesin, bila dirapihkan dengan tangan maka slump diambil sebesar 5 cm sampai 7,5 cm.
Campuran biasanya berdasarkan perbandingan berat, dan campuran berkisar antara 1 : 2 : 3,5 sampai 1 : 3 - 4,5 dengan campuran air sebanyak 18,93 liter sampai 22,71 liter tiap kantong semen.

Semen dipergunakan sebanyak 298 kg sampai 417 kg setiap m^3 beton. Campuran biasanya direncanakan mempunyai kekuatan tekan sebesar 300 kg/cm^2 sampai 425 kg/m^2.

Penulangan :
Untuk penulangan dapat dipakai kasa tulangan atau besi beton. Banyaknya berkisar antara beberapa kg sampai 6,57 kg/m^2. Biasanya pemasangan antara 2 buah siar muai sama saja sehingga mudah menghitung banyaknya besi yang dipakai.
Bahan-bahan lain yang diperlukan ialah bahan untuk mengisi siar muai, pipa-pipa untuk besi beton pada sambungan siar muai, dan kadang-kadang zat pewarna.

Tempat penyimpanan bahan :
Karena pekerjaan ini besar maka perlu diberikan perhatian khusus kepada tempat penyimpanan bahan-bahan.
Alat-alat yang harus disediakan adalah, alat berat untuk menaikkan dan menurunkan bahan, alat-alat pengangkat, kantor, gudang semen, gudang besi beton, dan gudang bahan-bahan lain, alat penimbang bahan dengan alat pencampur bahan (batcher plant).
Untuk alat pengaduk beton tunggal biasanya harus tersedia tangki agregat berkapasitas 75 ton, dan sebuah keran dengan cengkraman sebesar 0,75 m^3 (clamshell) dengan lengan yang panjangnya 12 sampai 15 meter.
Untuk alat pengaduk beton kembar harus tersedia tangki agregat, berkapasitas 100 ton, dan sebuah keran dengan kapasitas cengkram 1 m^3 sampai 1,5 m^3 dengan lengan yang panjangnya 12 sampai 18 m. Buruh tentunya harus disediakan secukupnya untuk melayani alat-alat, memelihara dan untuk memelihara tempat penyimpanan yang besar ini.
Mengangkut bahan:
Bahan biasanya diangkut dengan truck dari tempat penyimpanan ke mesin pengaduk beton. Bak belakang truck biasanya dikotak-kotak dan bila kotak-kotak itu diisi maka isinya cukup untuk 1 kali mengaduk beton.
Biaya transport dihitung sebagai berikut :
1. Hitung biaya truck dan supirnya setiap jam.
2. Hitung waktu yang diperlukan untuk satu kali bolak balik mengangkut bahan termasuk menaikkan menurunkan bahan.
3. Hitung ongkos satu kali angkut.
4. Hitung ongkos setiap m^3 beton.

Konstruksi jalan beton :

Galian dan penimbunan :
Pekerjaan ini dapat dilihat pada bab yang telah lalu.
Meratakan dan pengukuran survey :
Pekerjaan ini harus dilakukan agar permukaan tanah sesuai dengan apa yang dikehendaki.
Penyediaan air :
Air dapat diperoleh dari PAM atau bila tidak ada, dapat diperoleh dari sumur-sumur artesis, bila tidak air dalam tanah terpaksa air diangkut dengan truck-truck tanki yang ongkosnya tentu lebih mahal.

Cetakan:
Cetakan untuk konstruksi jalan dibuat. biasanya dari pelat besi, yang dapat dipakai berkali-kali dan biayanya jadi lebih murah, karena harga bekas pakai yang tinggi.
Biaya cetakan, selain harga cetakan juga termasuk, menaikkan, menurunkan mengangkutnya, memasang dan membongkar.
Diperlukan 0,5 @ 2 jam kerja untuk memasang 30 m ' cetakan. Truck terbuka diperlukan untuk mengangkut cetakan beton.
Kira-kira dibutuhkan 30 m ' cetakan untuk 85 m^2 luas jalan beton.
Penempatan tulangan :
Biaya untuk upah pemasangan berbeda-beda tergantung dari jenis penulangannya.
Mengaduk, mencecor dan penyelesaian beton :
Alat-alat yang diperlukan ialah mesin pengaduk beton. Spreader (alat untuk memasang beton), pengecor beton (vibrator), dan alat untuk menghaluskan dan membentuk permukaan (finisher).
Kapasitas mesin pengaduk ada yang 0,45 m^3, 0,75 m^3 dan 1 m^3.
Lamanya mengaduk 1 menit untuk mesin yang kecil dan 1½ menit untuk mesin yang besar.
Waktu yang diperlukan untuk satu kali membuat adukan adalah 1,5 sampai 2 menit.
Untuk mesin pengaduk tunggal dan 1 sampai 1,5 menit untuk mesin pengaduk kembar.
Pemeliharaan beton (curing):
Beton dapat ditutup dengan air (dengan membuat bendungan keliling dari tanah setinggi 5 cm; menutup dengan pasir atau tanah atau dengan terpal.
Biaya yang dikeluarkan ialah biaya untuk buruh, bahan dan air.
Diperlukan 0,06 sampai 0,30 jam kerja untuk permukaan seluas 1 m^2.
Pembersihan :

Biaya pembersihan ini tidak melebihi 1% dari biaya-biaya lainnya.
Kesimpulan :
Jadi perhitungan biaya dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Bahan-bahan .... Rp. ....
2. Buruh:
   a. Di tempat penyimpanan .... Rp. ....
   b. Pengangkutan .... Rp. ....
   c. di Pelaksanaan .... Rp. ....
3. Peralatan :
   a. Peralatan di tempat penimbunan bahan .. Rp. ....
   b. Peralatan untuk angkutan .... Rp. ....
   c. Peralatan untuk pelaksanaan .... Rp. ....
4. Biaya tidak terduga .... Rp. ....
5 Keuntungan .... Rp. ....

Biaya seluruhnya .... Rp. ....

Contoh :
Hitunglah biaya untuk pembuatan jalan beton sepanjang 4 km. Lebar jalan 6,50 m, tebal beton 20 cm.
Tanah dasar sudah disiapkan kecuali perbaikan-perbaikan. Pada spesifikasi kontrak ditetapkan bahan beton harus mempunyai campuran sebagai berikut: 1 m^3 beton terdiri dari 8,17 kantong semen, 655 kg pasir, dan 1250 kg batu pecah. Slump 2,60 cm dan air sebanyak 18,93 l tiap kantong semen. Air dapat dibeli dari PAM dengan harga rata-rata Rp. 100,–/m^3.
Pelaksana mempunyai mesin pengaduk beton yang berkapasitas 1 m^3, 6 buah truck diesel berkapasitas 4 m^3. Sebuah mesin penakar (batcher plant) berkapasitas 100 ton dengan timbangan bahan.
Sebuah keran dan beberapa alat yang diperlukan.
Jarak angkut rata-rata ke tempat pelaksanaan 5,6 km.

Jawab :
Beton yang diperlukan = 4000 x 6,5 x 0,2 = 5.200 m^3.
Ditambah kehilangan-kehilangan ± 3 % = 156 m^3

Jumlah beton = 5.356 m^3

Alat pengaduk beton ditaksir dapat mengaduk 24 kali setiap jam termasuk mengisi bahan dan mengeluarkan adukan.
Jadi produksi adukan = 24 m^3/jam.

Waktu yang diperlukan untuk mengaduk $= \frac{5356}{24} = 223{,}17 \sim$ 224 jam

a. Bahan-bahan :

1. Semen = 5356 x 8,17 x Rp. 2500,- = Rp. 109.396.300,–
2. Pasir = $\frac{655}{2650}$ x 5356 x Rp. 4000,– = Rp. 5.295.366,04
3. Kerikil = $\frac{1250}{2650}$ x 5356 x Rp. 5000,- = Rp. 12.632.075,47
4. Air = 18,93 x $\frac{\text{Rp. } 100}{1000}$ x 5356 = Rp. 10.138,91
5. Sambungan siar muai dan besi tulangan penyambung = Rp. 1.500.000,–

Jumlah = Rp. 128.833.880,40

b. Buruh :

1 orang pimpinan proyek ....Rp. 1.000,-/jam
Di tempat penimbunan bahan :
1 orang operator mesin penakar bahan, upah termasuk sewa alat.
1 orang operator keran pengangkat, dan lain-lain.
3 orang mengurus semen @ Rp. 200,– ....Rp. 600,-/jam
Memasang cetakan dan perbaikan dasar untuk coran:
1 Mandor ....Rp. 400,-/jam
1 Operator grader, upah termasuk sewa alat .
4 buruh @ Rp. 200,– .... Rp. 800,-/jam
Kelompok pengaduk beton :
1 Mandor ....Rp. 400,-/jam
1 Operator pengaduk beton, upah termasuk sewa alat.
3 Operator vibrator & spreader, upah termasuk sewa alat.
2 Tukang tembok, meratakan permukaan
@ Rp. 350,– Rp. 700,-/jam
5 Buruh @ Rp. 200,– Rp. 1.000,-/jam

Bagian angkutan :
6 orang supir dump truck, upah termasuk sewa truck.
1 orang supir tangki dilto.
Pemeliharaan beton coran :
2 orang buruh @ Rp. 200,– .... Rp. 400,-/jam

Jadi jumlah upah buruh ....Rp. 4.400,-/jam
Upah seluruhnya 224 jam x Rp. 4.400,– ......Rp. 985.600,–

Alat-alat :

1 buah Jeep	Rp.	3.300,-/jam
Sewa gudang semen dan kantor	Rp.	10.000,-/jam
1 mesin penakar (batcher) kap. 100 ton dengan alat-alat timbangan	Rp.	7.000,-/jam
1 keran dengan cekram 1 m³ dan panjang lengan 15 m	Rp.	12.000,-/jam
3 truck untuk semen @ Rp. 4.000,-/jam	Rp.	12.000,-/jam
1 truck dengan bak terbuka untuk mengangkat cetakan	Rp.	4.500,-/jam
1 grader	Rp.	9.500,-/jam
1 truck tangki air 8000 l	Rp.	4.500,-/jam
850 m cetakan dari pelat besi	Rp.	1.500,-/jam
1 mesin pengaduk beton kapasitas 1 m³	Rp.	2.500,-/jam
1 mesin pengecor dan meletakkan beton (spreader & vibrator)	Rp.	4.750,-/jam
1 mesin untuk penyelesaian permukaan (finisher)	Rp.	5.000,-/jam
6 truck diesel @ Rp. 4.500,–	Rp.	27.000,-/jam
Terpal untuk pemeliharaan beton	Rp.	1.500,-/jam
Alat-alat tangan	Rp.	300,-/jam
Jumlah	Rp.	105.350,-/jam

Biaya alat-alat = 224 jam x Rp. 105.350,- = Rp. 23.598.400,–
Biaya angkutan, memasang / membongkar alat-alat .... = Rp. 2.000.000,–

Jumlah semua = Rp. 25.598.400,–

Jadi biaya seluruh pekerjaan sebagai berikut :

1. Bahan-bahan	Rp.	128.833.880,40
2. Upah buruh	Rp.	985.600,–
3. Biaya peralatan	Rp.	25.598.400,–
Jumlah A	Rp.	155.417.880,40
Biaya tak terduga 10%xA	Rp.	15.541.788,04
Jumlah B	Rp.	170.959.668,44
Keuntungan 10% x B	Rp.	17.095.966,84
Jumlah seluruh biaya	Rp.	188.055.635,28
Dibulatkan	Rp.	188.055.635,–

$$\text{Jadi biaya tiap m}^2 = \frac{188.055.635}{4000 \times 6,5} = \text{Rp. } 7.232,91$$

bab VI

Konstruksi batu & batu bata

Yang dimaksud dengan konstruksi batu ialah konstruksi susunan batu, blok : batu buatan dan pemasangan jubin. Sedang konstruksi batu bata ialah konstruksi bata yang terbuat dari tanah liat yang dicetak lalu dibakar, dan sejenisnya.

Batu bata :

Biasanya terbuat dari tanah liat yang dibakar, tapi dapat juga dari semen pasir atau pasir kapur semen.

Ukuran :

Tebal antara 5 cm sampai 7,5 cm.
Lebar antara 8,25 cm sampai 11,50 cm.
Panjang antara 20 cm sampai 22,5 cm.
Ukuran yang normal biasanya 5,5 cm x 10,5 x 21,5 cm.
Isi batu bata normal atau standard = 5,5 x 10,5 x 21,5 = 1.241,63 cm³
Luas permukaan = 10,5 x 21,5 = 225,75 cm².
Tebal dari mortar yang menyatukan batu bata dapat berkisar antara 0,48 cm sampai 2 cm atau dari 0,65 cm sampai 1,25 cm.
Biasanya para estimator menghitung jumlah kebutuhan batu bata berdasarkan banyaknya batu bata tiap m² untuk tebal ½, 1, 2, 3 atau 4 batu, tapi dapat juga berdasarkan banyaknya batu bata tiap m³
Pada Tabel 6-1 disajikan keperluan batu bata tiap m³ dengan tebal

mortar (spesi) yang berlain-lainan.

Tabel 6 - 1 Banyaknya batu bata tiap m^3

Isi sebuah batu bata		Tebal mortar, cm.			
Ukuran (cm)	Isi (cm^3)	0,65	0,75	0,95	1,25
		Banyaknya batu bata			
5,5x10,5 x 21,5	1241,63	674,42	642,64	610,86	543,77

Jumlah batu bata harus ditambah sekitar 2% sampai 5% karena adanya yang pecah.
Pada Tabel 6-2 disajikan keperluan batu bata untuk luas dinding 1 m^2, tebal ½ batu.

Tabel 6 - 2:

Ukuran batu bata		Tebal mortar, cm					
		0,65	0,75	0,95	1,25	1,50	2
Tebal x panjang	luas cm^2	Banyaknya batu bata.					
5,5 x 21,5 cm	118,25	77,77	74,99	72,77	68,33	64,44	61,11

Harga batu bata sekitar Rp. 15,– per buah di tempat pengambilan sedang di tempat pekerjaan dapat berharga sekitar Rp. 20,- tergantung jauh dekatnya proyek. (th. 1980).

Mortar atau spesi :

Bahan mortar yang diperlukan untuk 1000 buah batu bata tergantung dari ukuran batu bata dan tebalnya mortar dan jenis campurannya. Kebanyakan mortar terdiri dari campuran-campuran, semen, kapur, pasir, tras, dan air. Kadang-kadang zat pewarna ditambahkan untuk keindahan.

Pasir hendaknya bersih dan keras butir-butirnya, beratnya sekitar 1550 kg/m^3.
Pada tabel 6-3 disajikan keperluan mortar untuk 1000 buah pasangan batu bata berukuran standard, dengan tebal dinding 1½ batu. (±30 cm)

Tabel 6 - 3

Tebal sambungan (voeg),cm	0,65	0,75	0,95	1	1,25	1,50	1,6	1,75	2
m^3 mortar	0,42	0,50	0,58	0,66	0,73	0,81	0,89	0,97	1,05

Nilai-nilai pada tabel 6-3 mendekati kenyataan hanya tentunya perbedaan sedikit pasti ada karena perbedaan besarnya batu bata, tebal dari mortar sambungan antara batu-batu bata, rongga-rongga pada pasir, dan caranya mengisi celah : antara batu-bata.
Bila tabel 6-3 dianggap 100% maka untuk tebal tembok yang lain didapat prosentase mortar sebagai berikut :

Tebal dinding, cm	20	30	40	50	60
Prosentase	95	100	103	106	108

Perbandingan campuran (biasanya) dinyatakan dengan volume, tapi dapat juga dengan perbandingan berat.
Pada tabel 6-4 disajikan banyaknya bahan yang diperlukan untuk campuran mortar.
Banyaknya air yang diperlukan untuk 1000 buah batu bata berkisar antara 121 sampai 379 l.
Untuk membersihkan dinding batu bata biasanya di USA dibuat campuran 1 bagian muriatic acid dengan 20 bagian air. 1 gallon campuran asam muriatic seberat 415 kg (tercampur dengan air) dapat membersihkan sekitar 100 m^2 permukaan dinding batu-bata.
Harganya di Amerika kurang dari US$ 2,- tiap gallon (1 gallon = 3,785 liter).

Tabel 6 - 4a. Bahan yang diperlukan untuk campuran 1 m^3 mortar yang terdiri dari semen, kapur dan pasir

Campuran volume semen: kapur :pasir	Semen (kantong)	Kapur (kg)	Pasir (m^3)	Campurán berat semen:kapur:pasir	Semen (kg)	Kapur (kg)	Pasir (kg)
1 : 0,05 : 2	17	15,48	1,26	1 : 0,05 : 2	714,55	35,73	1429
1 : 0,05 : 3	11,80	10,72	1,31	1 : 0,05 : 3	497,20	25,01	1488
1 : 0,05 : 4	8,85	8,34	1,31	1 : 0,05 - 4	372,16	18,46	1488
1 : 0,10 : 2	17	30,96	1,26	1 : 0,10 : 2	714,55	71,45	1429
1 : 0,10 : 3	11,80	21,44	1,31	1 : 0,10 : 3	497,20	50,02	1488
1 : 0,10 : 4	8,85	16	1,31	1 : 0,10 : 4	372,16	37,51	1488
1 : 0,25 : 2	16,65	75,62	1,23	1 : 0,25 : 2	684,77	172,63	1369
1 : 0,25 : 3	11,80	53,59	1,31	1 : 0,25 : 3	497,20	125,05	1458
1 : 0,25 : 4	8,85	39,90	1,31	1 : 0,25 : 4	372,16	92,30	1488
1 : ½ : 2	16,25	148,86	1,21	1 : 0,5 : 2	684,77	342,39	1369
1 : ½ : 3	11,50	104,2	1,28	1 : 0,5 : 3	476,36	238,18	1429
1 : ½ : 4	8,85	80,39	1,31	1 : 0,5 : 4	366,20	181,61	1458
1 : ½ : 5	7	65,50	1,31	1 : 0,5 : 5	297,73	148,86	1488
1 : 1 : 3	11,25	205,54	1,29	1 : 1 : 3	458,50	458,50	1369
1 : 1 : 4	8,65	160,75	1,28	1 : 1 : 4	357,27	357,27	1429
1 : 1 : 5	7	125	1,31	1 : 1 : 5	291,77	291,77	1458
1 : 1 : 6	5,90	107,18	1,31	1 : 1 : 6	250	250	1488
1 : 1,5 : 3	10,60	188,80	1,18	1 : 1,5 : 4	342;39	515,07	1369
1 : 1,5 : 4	8,30	226,25	1,23	1 : 1,5 : 5	285,82	928,73	1429
1 : 2,5 : 5	6,95	190,50	1,28	1 : 1,5 : 6	250	375,14	1488
1 : 1,5 : 6	5,90	160,77	1,31	1 : 1,5 : 7	211,39	318,57	1488
1 : 1,5 : 7	5	137	1,31	1 : 1,5 : 8	187,57	279,86	1488
1 : 1,5 : 8	4,45	122	1,31	1 : 1,5 : 9	166,73	250,09	1488
1 : 2 : 4	8	291,77	1,18	1 : 2 : 5	273,91	547,82	1369
1 : 2 : 5	6,65	244,14	1,23	1 : 2 : 6	238,18	476,36	1429
1 : 2 : 6	5,75	208,41	1,28	1 : 2 : 7	214,36	428,73	1488
1 : 2 : 7	5,00	184,59	1,31	1 : 2 : 8	187,57	372,16	1488
1 : 2 : 8	4,45	160,77	1,31	1 : 2 : 9	166,73	333,45	1488
1 : 2 : 9	3,90	143	1,31				

Campuran mortar yang umum dipakai atau spasi dengan memakai campuran kapur seperti pada tabel 6:4, dimaksudkan agar campuran lebih mudah dikerjakan.
Dahulu campuran spasi hanya terdiri dari kapur dan pasir saja, kemudian kapur diganti atau dicampur semen. Campuran dengan kapur tidak sekuat campuran dengan semen.
Jenis campuran mortar lain ialah campuran semen dan pasir. Campuran semen saja dapat mengering. Ada lagi campuran semen, tras dan pasir, tras hanya sebagai bahan tambahan dan dapat membuat campuran tahan air laut.

Tabel 6 - 4b Bahan yang diperlukan untuk campuran 1 m^3 mortar atau spesi yang terdiri dari semen dan pasir saja.

Campuran Semen : Pasir	Semen		Pasir m^3	Keterangan
	Kantong	m^3		
1 : 1	24,75	0,7	0,7	1 zak semen = 42,5 kg = 0,02832 m^3
1 : 2	16,60	0,47	0,96	1 m^3 pasir = ± 1550 kg.
1 : 3	12,75	0,36	1,08	
1 : 4	10,25	0,29	1,16	

Tabel 6 - 4c Bahan yang diperlukan untuk campuran 1 m^3 mortar yang terdiri dari semen, tras dan pasir.

Campuran Semen : tras : pasir	Semen m^3	tras m^3	Pasir m^3	Keterangan
1 : ¾ : 3	0,3	0,225	0,9	
1 : 1 : 4	0,249	0,239	0,945	Kekuatan sama dengan 1 pc : 3 pasir hanya lebih tahan air laut.
1 : 1 : 5	0,205	0,205	1,208	

Harga pasir pasang sekitar Rp. 2.000,- di tempat pengambilan, kapur pasang Rp. 7.000,–/m^3 di pabrik, sedang tras **Rp.** 5.000,-/m^3 (1980).

Tabel 6-4d Bahan yang diperlukan untuk campuran 1 m^3 mortar yang terdiri dari tras, kapur dan pasir :

Campuran Tras : Kapur : Pasir	Tras m^3	Kapur pasang m^3	Pasir m^3	Keterangan
1 : 1 : 1	0,508	0,508	0,508	Untuk tembokan di atas tanah
1 : 1 : 3	0,30	0,30	0,9	Untuk pondasi
1 : 1 : 5	0,215	0,215	0,075	Untuk plester saja
1 : 2		0,525	1,05	Untuk plester saja

Dalam memilih jenis campuran tentunya berdasarkan keadaan setempat, ada tidaknya bahan tersebut, dan juga kekuatan yang dikehendaki.

Buruh :

Ada 2 macam buruh yang tak dapat dipisahkan untuk pekerjaan pasangan batu bata ini ialah tukang bata dan pembantunya. Tukang batu memasang bata dan memasang voeg sedang pembantunya mengaduk spesi dan meladeni batu bata dan mendirikan steger dan memindahkannya atau membongkarnya.

Membersihkan permukaan dinding dapat dilakukan oleh kedua-duanya. Biasanya jumlah tukang batu bata sama jumlahnya dengan pembantu-pembantunya, tetapi hal ini tergantung dari keadaan dan kesulitan setempat, kadang-kadang 1 orang tukang batu dengan 2 orang pembantunya atau 2 orang tukang batu bata dengan 3 orang pembantunya. Bila bangunan bertingkat maka batu bata diangkat dengan derek tangan tetapi bila pekerjaan cukup besar dapat dipergunakan mesin derek.

Mengaduk spesi dapat dilakukan dengan tangan bila pekerjaan kecil, tetapi bila pekerjaan cukup besar adukan spesi dilakukan dengan mesin pengaduk.

Upah tukang batu bata sekitar Rp. 1.500,– per hari sedang pembantunya Rp. 1.000,– (1980).

Pemasangan batu bata kecepatannya tergantung dari besarnya batu bata, jenis pasangannya, tebalnya spesi, ada atau tidaknya lobang-lobang jendela dan lain-lain.

Tabel 6 - 5 menyajikan hasil kerja tukang batu bata dengan membentuk sambungan ; (Voeg-voeg) pada permukaan secara biasa (diratakan, bentuk V, dimiringkan). Bila sambungan-sambungan itu dikerok dulu kemudian diberi spesi khusus yang diberi bentuk artistik tentu waktu penyelesaian perlu ditambah. Biasanya seorang tukang batu bata dapat menyelesaikan sekitar 1 m^2 sampai 4 m^2 permukaan dinding.

Tabel 6 - 5

Perincian	Batu-bata terpasang / jam	Jam per 1000 batu bata terpasang
a. Batu bata biasa		
Voeg-voeg dibentuk pada satu sisi dinding		
1 batu	70 – 125	8 – 14,3
1½ batu	80 – 150	6,7 – 12,5
2 batu	90 – 175	5,7 – 11,1
2½ batu	100 – 200	5 – 10
3 batu	110 – 225	4,5 – 9,1
b. Batu bata biasa Voeg-voeg dibentuk pada 2 sisi dinding		
1 batu	60 – 110	9,1 – 16,7
1½ batu	70 – 135	7,4 – 14,3
2 batu	80 – 160	6,3 – 12,5
2½ batu	90 – 180	5,5 – 11,1
3 batu	100 – 200	5 – 10
c. Batu bata dengan muka indah Voeg-voeg dibentuk pada 2 sisi dinding:		
Sambungan biasa	50 – 100	10 – 20
Sambungan khusus	40 – 80	12,5 – 25
Tempat perapian (tahan panas)	30 – 50	20 – 33,3
Tempat Boiler (tahan panas)	40 – 80	12,5 – 25

Seorang pembantu tukang yang baik dapat menyelesaikan pekerjaan dalam 1 jam sebagai berikut :

- Mencampur adukan mortar 0,75 m^3 sampai 1,5 m^3 dengan mesin pengaduk, atau,
- Mengangkut 700 sampai 1200 batu bata sejauh 15 m dengan kereta

dorong, atau
- Mengangkut 400 sampai 600 batu bata setinggi 3 m. atau,
- Memilih 200 sampai 400 batu bata yang baik. atau,
- Mengangkut 0,5 m^3 sampai 1 m^3 adukan mortar sejauh 12 - 15 m, atau, .
- Mengambil dan menumpuk dari truck sebanyak 300 sampai 600 batu bata.

2 orang pembantu tukang dapat mengerjakan pekerjaan dalam tempo 1 jam sebagai berikut :
- Memasang 3,5 m^1 sampai 6.00 m^1 steger dengan tiang bambu atau,
- Membongkar dan memindahkan teger, tempat 10 sampai 12 orang tukang batu bata bekerja.

Alat-alat yang diperlukan :

Tukang batu bata biasanya memerlukan alat-alat yang berikut :
- Alat-alat tangan
- Kotak kayu tempat spesi
- Kotak tempat mengaduk spesi
- Ayakan pasir
- Sekop-sekop
- Cangkul-cangkul
- Tempat air
- Kereta dorong (wheel barrow)
- Wadah tempat spesi
- Tempat batu bata
- Steger
- Derek tangan
- atau mesin derek
- Elevator (pada pekerjaan besar)

Biaya alat-alat ini selain sewa, juga harus dimasukkan ongkos angkut, membongkar, memasang.

Sebuah mesin derek dapat mengangkat 2000 sampai 10.000 batu bata setinggi 10 m dalam tempo 1 jam.

Jumlah biaya dari pekerjaan ini akan terdiri dari perincian sebagai berikut :

1. Bahan-bahan .... Rp. ....
2. Upah buruh .... Rp. ....
3. Alat-alat .... Rp. ....

1. Bahan-bahan .... Rp. ....
2. Upah buruh .... Rp. ....
3. Alat-alat .... Rp. ....
4. Biaya tak terduga .... Rp. ....
5. Keuntungan .... Rp. ....

Jumlah biaya .... Rp. ....

Contoh :

Sebuah dinding batu bata dari suatu bangunan lebarnya 20 m, panjangnya 50 m dan tingginya 3,60 m. Digunakan batu bata dengan muka indah untuk bagian luar dan batu bata biasa untuk bagian dalamnya. Tebal dinding 1½ batu.

Pada dinding akan dipasang 36 jendela berukuran 1,80 m x 2,50 m, 2 buah pintu berukuran 3 m x 3 m, dan 3 buah pintu berukuran 0,90 m x 2,10 m.

Batu bata dipasang biasa dengan voeg setebal 0,65 cm di mana bagian dalamnya diratakan sedang diluar voeg dibentuk miring. Dinding akan disikat bersih. Steger dipergunakan pada pekerjaan ini.

Batu bata dan spesi akan diangkat dan ditaruh dengan tangan di atas steger. Sedang spesi diaduk dengan mesin pengaduk.

Campuran spesi terdiri dari 1 semen : 1 kapur : 3 pasir (perbandingan isi).

Hitunglah biaya pemasangan dinding tersebut di atas.

Harga bahan-bahan :

Batu bata	Rp. 25,-/buah.	di tempat pekerjaan.
Batu bata dengan muka indah	Rp. 100,-/buah	di tempat pekerjaan.
Pasir pasang	Rp. 3000,–/m^3	di tempat pekerjaan.
Kapur	Rp. 7.500,-/m^3	di tempat pekerjaan.
Semen	Rp. 2.500,-/kantong	di tempat „

Upah buruh :

Tukang bata ....Rp. 300,–/jam.
Pembantu tukang ....Rp. 200,–/jam

Sewa alat :

Alat pengaduk spesi ......Rp. 750,–/jam
Mengangkut alat (bolak-balik) Rp. 25.000,–

Jawab:

Luas dinding = (50 m + 50 m + 20 m + 20 m) 3,6 cm = 504 m^2
Luas jendela 36(1,8 x 2,5) = 162 m^2
Luas pintu 2(3 x 3) = 18 m^2
Luas pintu 3(0,9 x 2,10) = 5,67 m^2

Jumlah = ... = 185,67m^2

Luas bersih = 318,33m^2

Dari tabel 6 - 2 didapat 77,77 batu bata untuk luas 1 m^2 dengan tebal ½ batu.

Jadi untuk tebel 1½ batu diperlukan 3 x 77,77 = 234 batu bata.
Jumlah batu bata yang diperlukan 234 x 318,33 = 74.489,22
74.490 buah.

Batu bata dengan muka indah $\frac{1}{3}$ x 74.490 buah = 24.840 buah
Batu bata biasa = 49.660 buah

Harga bahan-bahan :
Batu bata dengan muka indah = (24.830 + 5% x 24.830) x
Rp. 100,– = Rp. 2.607.150,-
Batu bata biasa (49.660 + 5% x 49.660) Rp. 25,– = Rp. 1.303.575,-

Jumlah . . . . = Rp. 3.910.725,–

Mortar (spesi : lihat tabel (6 - 3)
1000 buah batu bata memerlukan 0,42 m^3 mortar.
Seluruhnya diperlukan $\frac{74.490}{1000}$ x 0,42 = 31,29 m^3 + 5% = 33 m^3
Spesi dengan campuran 1 : 1 : 3

Dari tabel 6-4a diperoleh :

Semen	11,25 x 33	= 372 kantong @ Rp.2500,-	=	Rp. 930.000,-
Kapur	205,43 x 33 =	6779 kg @ Rp. 7500 x $\frac{1}{642kg}$		Rp. 79.193,93
Pasir	1,24 x 33	= 41 m^3 @ Rp. 3000,–	=	Rp. 123.000,-
		Jumlah	=	Rp. 1.132.193,93

Buruh :
Dari tabel 6 - 5 di ambil : 90 buah batu bata tiap jam dapat dipasang. (bandingkan b : 70 – 135 , c : 50 – 100)
Jadi jam kerja yang diperlukan = $\frac{74.490}{90}$ = 828 jam.
Bila harus diselesaikan dalam 1 bulan maka, tukang batu yang diperlukan

$\frac{828}{30 \times 8 \text{ jam}}$ = 3,45 orang atau 4 orang tukang batu bata dan 4 orang pembantu.

Jadi Upah buruh seluruhnya :
828 x (Rp. 300 x 4 + Rp. 200 x 4)/jam = Rp. 1.656.000,–

Alat-alat :

– Sewa pengaduk spesi Rp. 750,- x 828 jam	= Rp.	621.000,–
– Mengangkut alat, (sebelum dan sesudahnya)	= Rp.	25.000,–
– Alat-alat tangan (cangkul, sekop, sendok)	= Rp.	50.000,–
– Kereta dorong 4 buah sewa @ Rp. 100/jam	= Rp.	82.800,–
– Steger kayu & paku-paku	= Rp.	75.000,–
– Saringan pasir	= Rp.	10.000,–
– Lain-lain	= Rp.	10.000,–
Jumlah	= Rp.	873.800,–

Jadi biaya seluruhnya :

Bahan-bahan:	Batu bata	= Rp.	3.910.725,–
	Semen, kapur, pasir	= Rp.	1.132.193,93
Upah buruh :		= Rp.	1.656.000,–
Alat-alat		= Rp.	873.800,–
	Jumlah A	= Rp.	7.572.718,93
	Biaya tidak terduga 10 % A	= Rp.	757.271,89
	Jumlah B	= Rp.	8.329.990,82
	Keuntungan 10 % B	= Rp.	832.999,08
	Biaya total	= Rp.	9.162.989,90
	Dibulatkan	= Rp.	9.162.990,–

Pasangan batu belah :

Pasangan batu belah dapat dibagi sebagai berikut:

1. Pasangan batu belah kosong di mana tidak digunakan perekat atau spesi untuk mengikat satu sama lain. Dipakai pada konstruksi penutup kemiringan tanah, jalan batu dan konstruksi reprap.
2. Pasangan batu belah dengan spesi :
   a. Pasangan batu belah kasar di mana batu-batu didapat dari quarry atau lapangan, bentuknya tidak teratur.

b. Pasangan batu belah persegi di mana batu-batu dibuat persegi empat secara kasar. Voeg tebalnya lebih dari 1,25 cm biasanya.
c. Pasangan bata batu di mana batu dipotong bersih. Tebal dari spesi tidak melebihi 1,25 cm.
d. Pasangan batu lapis hiasan (stone veneer), terdiri dari batu tipis yang dipasang dipermukaan dinding batu bata.
e. Batu khusus (stone trim) dibuat dan dipotong khusus untuk tempat air, lintel dan batu artistik untuk hiasan.

Pada tabel di bawah disajikan bermacam-macam jenis batu yang dipakai dan beratnya.

Tabel 6 - 6 :

Jenis	Berat (kg/m³)
Granit	2648 – 2729
Batu pasir (sand stone)	2327 – 2408
Batu kapur (limestone)	2247 – 2568
Marmer (Marble)	2648 – 2729
Batu tulis (Slate)	2729 – 2809

Banyaknya mortar yang dipakai biasanya 15 % sampai 40 % dari Volume untuk batu belah kasar, 10 % sampai 25 % untuk batu belah persegi, dan 4 % sampai 10 % untuk bata batu.

Kehilangan batu dapat sampai 20 % bila dipotong dan dibentuk di tempat pekerjaan, kecuali bata batu tidak dilakukan pemotongan lagi. Harga batu belah biasa Rp. 1.750,-/m³ di tempat pengambilan dan dapat berharga sampai Rp. 5.500,– di tempat pekerjaan (1980). Sedang batu hias biasanya harganya khusus karena dibuat dan bahannya khusus pula.

Mortar atau spesi yang dipakai :

Biaya dipakai semen, pasir dengan perbandingan 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4, atau campuran semen, kapur pasir dengan perbandingan 1:1:3, 1:1:4, 1:1:5, 1:1:6, atau 1:2:4, 1:2:5, 1:2:6, 1:2:7, 1:2:8, 1:2:9.

Banyaknya sangat tergantung dari tebal antara batu-batu dan bentuk batu itu sendiri.

Kebutuhan spesi kira-kira sebagai berikut :

Jenis pasangan	Banyaknya spesi (m³)		
Pasangan batu belah kasar	0,20 - 0,52	rata-rata	0,33
Pasangan batu belah persegi	0,13 - 0,33	rata-rata	0,20
Pasangan bata batu	0,05 - 0,13	rata-rata	0,09

Keperluan buruh :

Keperluan buruh untuk pekerjaan ini tergantung dari jenis batu, banyaknya pemotongan-pemotongan di tempat pekerjaan, keadaan setempat dan ketrampilan tukangnya.

Pada tabel 6-9 disajikan keperluan tenaga buruh secara rata-rata berdasarkan pengamatan di lapangan.

Tabel 6 - 9 :

Jenis Pekerjaan	Kelompok kerja	Produksi kerja	
		Tiap jam	Tiap satuan pekerjaan
Penyiapan batu :	1 orang tukang batu		
Memotong batu menjadi persegi secara kasar		0,05 – 0,3 m^3	3,15 – 17 jam per m^3
Mengratakan permukaan		0,14 – 0,35 m^2	0,02 – 0,06 jam per m^2
Memukul dengan palu (membentuk)		0,07 – 0,18 m^2	0,05 – 0,10 jam per m^2
Memukul-mukul halus dengan palu (meratakan)		0,03 – 0,06 m^2	0,15 – 0,27 jam per m^2
Memasang batu dengan tangan :	1 orang tukang batu dg 1 atau 3 pembantu		
Batu belah		0,11 – 0,30 m^3	3,25 – 9 jam per m^3
Batu belah persegi		0,11 – 0,30 m^3	3,25 – 9 jam per m^3
Bata batu		0,08 – 0,23 m^3	4,50 – 11,75 jam per m^3
Batu khusus		0,08 – 0,20 m^3	5,25 – 11,75 jam per m^3
Batu hias (tebal 10 cm - 15 cm)		0,45 – 0,90 m^2	0,84 – 1,65 jam per m^2
Memasang batu dengan pertolongan derek tangan :	1 orang tukang batu, dg 1 atau 3 pembantu		
Segala jenis batu belah		0,17 – 0,42 m^3	2,62 – 5,9 jam per m^3
Batu khusus		0,11 – 0,18 m^3	3,93 – 9,15 jam per m^3
Batu lapis hias		0,20 – 0,42 m^3	0,50 – 1,09 jam per m^2
Memasang batu dengan pertolongan derek tangan :	1 orang tukang batu dg 3 atau 6 pembantu		
Batu belah		0,20 – 0,51 m^3	1,7 – 5,25 jam per m^3
Batu khusus		0,14 – 0,34 m^3	3 – 7,20 jam per m^3
Batu lapis hias		0,25 – 0,51 m^3	0,42 – 0,84 jam per m^2
Memasang batu dengan pertolongan mesin derek :	1 orang tukang b batu, 1 orang ope-operator dg 3 atau 6 pembantu		
Batu belah		0,37 – 0,75 m^3	1,31 – 2,62 jam per m^3
Batu khusus		0,25 – 0,59 m^3	1,70 – 3,93 jam per m^3
Batu lapis hias		0,42 – 0,85 m^3	0,25 – 0,50 jam per m^2
Memasang batu dengan pertolongan mesin derek :	1 orang operator 2-3 orang tk. batu 8-12 orang pembantu		
Pondasi berat		0,76 – 1,53 m^3	0,66 – 1,31 jam per m^3
Batu belah		0,51 – 1,13 m^3	0,92 – 1,97 jam per m^3
Batu khusus		0,34 – 0,85 m^3	1,18 – 2,88 jamper m^3
Batu lapis hias		2,25 – 5,4 m^2	0,13 – 0,29 jam per m^2
Menyelesaikan voeg-voeg :			
Biasa	1 orang tkg. batu & $\frac{1}{3}$ – 1 pembantu	1,8 – 4,50 m^2	0,17 – 0,42 jam per m^2
Bentuk khusus		0,9 – 2,7 m^2	0,25 – 0,75 jam per m^2
Membersihkan	1 orang buruh	1,8 – 6,3 m^2	0,13 – 0,42 jam per m^2

Bila sebuah batu tidak terlalu berat dan jarak tidak terlalu jauh untuk mengangkut semua pekerjaan dapat dilakukan dengan tangan. Derek tangan maupun mesin derek dipakai bila batu belah cukup berat dan bila batu harus dinaikkan setinggi 3 m atau lebih.
Yang menjadi problema pada pekerjaan ini ialah cara bagaimana agar tukang batu selalu bekerja terus tanpa berhenti. Mesin pengaduk spesi hendaknya selalu dipakai agar kecepatan pekerjaan dapat dijamin. Dalam banyak proyek, pekerjaan memotong, memukul-mukul dengan palu selalu terjadi meskipun batu sudah dipotong berdasarkan ukuran. Menentukan upah dan banyaknya buruh untuk pekerjaan memotong dan memukul-mukul saja agak sulit. Kadang-kadang harus disediakan satu tenaga khusus untuk memotong dan memukul : dengan palu bila pekerjaan cukup besar.

Alat-alat yang diperlukan :

Alat-alat tangan, sendok aduk, palu dan lain-lain.
Kotak-kotak tempat spesi.
Ayakan pasir.
Pengaduk spesi.
Selang-selang air.
Tempat air.
Derek tangan.
Mesin derek (powered crane).
Kereta dorong.
Steger.

Contoh :

Pondasi sebuah tempat beribadat panjangnya 27 m dan lebarnya 12 m terbuat dari pasangan batu setebal 0,60 m dan tingginya 3 m. Bagian bawahnya terdiri dari batu belah persegi setinggi 1,80 m sedang bagian atasnya terdiri dari batu granit setinggi 1,20 m, mulai dari tinggi permukaan tanah ke atas.
Bagian luar dan dalam sambungan-sambungannya (voeg-voegnya) dibentuk dan dihaluskan.
Hitunglah biayanya bila:
Harga batu belah persegi @ Rp. 12.000,-/m^3
batu granit persegi @ Rp. 100.000,–/m^3 tebalnya 0,30 m.
Spesi terdiri dari campuran semen, kapur pasir 1 : 1 : 3.
Harga semen @ Rp. 2.500,–/kantong.

kapur @ Rp. 7.500,–/m^3
pasir pasang @ Rp. 3.000,–/m^3.
Upah Tukang pasang batu Rp. 300,–/jam.
Upah pembantu tukang Rp. 200,–/jam.
Semua harga-harga adalah harga di tempat pekerjaan.

Jawab :

Pemasangan batu granit setebal 0,30 m disambung bagian luarnya dengan batu belah persegi setebal 0,30 m.

Bahan-bahan:

Batu granit = (27 + 27 + 12 + 12) x 1,20 x 0,3 m^3 = 28,08 m^3 @ Rp. 100.000,– . . . . Rp. 2.808.000,–

Batu belah persegi = (27 + 27 + 12 + 12) x 1,80 x 0,6 + (27 + 27 + 12 + 12) x 1,20 x 0,3) . . . . = 112,32 m^3

Dari volume di atas 20% adalah spesi atau mortar.

Jadi batu belah persegi 80% x 112,32 = 89,86 @ Rp. 12.000,– . . . . = Rp. 1.078.272,–

Jumlah harga batu . . . . . . = Rp. 3.886.272,–

Mortar banyaknya 20 % x 112,32 m^3 + 10% x 28,08 m^3 = 25,27 m^3

Dari tabel 6-4a di dapat : untuk campuran 1 : 1 : 3.

Semen 25,27 x 11,25 = 285 kantong @ Rp.2.500,–	= Rp. 712.500,–
Kapur 205,43 c 25,27 = 5191 kg @ Rp.7.500,- x $\frac{1}{642}$	= Rp. 60.642,52
Pasir 1,24 x 25,27 = 32 m^3 @ Rp. 3.000,–	= Rp. 96.000,-
Jumlah	= Rp. 869.142,52
Ditambah 10% untuk kehilangan[2]	= Rp. 86.914,25
Jumlah harga spesi	= Rp. 956.056,77

Buruh :

Karena dinding tidak tinggi maka pelayanan dapat dilakukan dengan tangan. Dikerjakan oleh 3 orang tukang pasang batu dengan 4 orang pembantu.

Dari tabel 6 - 9 diperoleh :

1 orang tukang pasang batu dapat memasang 0,25 m^3 tiap jam (batu belah persegi).

1 orang tukang pasang batu dapat memasang 0,15 m^3 tiap jam (bata batu).

Jadi jam kerja yang diperlukan :

Pemasangan batu belah persegi $\frac{89,86}{3x025}$ = 119,81 jam

Pemasangan bata batu $\frac{28,08}{3x0,15}$ = 62,40 jam

Jumlah = 182 jam

Upah rata-rata = $\frac{\text{Rp. } 300 \times 3 + \text{Rp. } 200,- \times 4}{7}$ = Rp. 242,86/jam.

Jadi upah seluruhnya 182 jam x Rp. 242,86,– = Rp. 44.200,–

Alat-alat :

Sewa pengaduk spesi 182 jam x Rp. 750,–	Rp.	136.500,–
Angkutan alat	Rp.	25.000,–
Alat-alat tangan (cangkul, sekop, sendok, palu dll)	Rp.	100.000,–
Kereta dorong 3 buah, sewa @ Rp. 100,-/jam	Rp.	54.600,–
Steger kayu dan paku	Rp.	150.000,–
Saringan pasir	Rp.	15.000,–
Lain-lain	Rp.	20.000,–
Jumlah	Rp.	501.100,–

Jadi biaya seluruhnya :

a. Bahan-bahan :		
– Batu	Rp.	3.886.272,–
– Spesi atau mortar	Rp.	956.056,77
b. Upah buruh	Rp.	44.200,–
c. Alat-alat	Rp.	501.100,–
Jumlah A	Rp.	5.387.628,77
Biaya tidak terduga 10 % A	Rp.	538.762,87
Jumlah B	Rp.	5.926.391,64
Keuntungan 10 % B	Rp.	592.639,16
	Rp.	6.519.030,80
Dibulatkan	Rp.	6.519.031,–

Blok-blok beton, batu bata beton, dan jubin bata; (Concrete block, conc, brick, and tile masonry) :

Blok-blok beton berukuran dari tingginya 10 sampai 30 cm, tebalnya 15 cm sampai 30 cm dan panjangnya 30 cm sampai 80 cm. Blok-blok yang umum ukurannya 20 cm x 20 cm x 40 cm. Blok-blok tipe ini biasanya berlobang, satu lobang atau lebih dan dibagi menjadi 3 kelas kekuatan, yaitu untuk beban berat, untuk beban sedang dan untuk beban ringan.

Jubin bata (Concrete tile) berukuran 7,5 cm sampai 30 cm x 10 cm sampai 30 cm x 30 cm panjang, dipakai untuk dinding dan jubin dan biasanya berlobang-lobang.

Batu bata beton berukuran biasa seperti batu bata 5,5 cm x 10,5 cm x 21,5 cm.

Bahan spesi atau mortar :

Dipasang dengan tebal spesi 0,65 cm, 0,95 cm atau 1,25 cm dengan campuran 1 bagian semen : 3 bagian pasir dengan sedikit kapur pasang. Pada tabel 6-10 disajikan keperluan bahan untuk spesi perekat sebanyak 1 m^3 dengan ditambah kapur pasang sebanyak 5 kg tiap 1 kantong semen.

Tabel 6 - 10

Campuran semen dan pasir	Perbandingan dengan volume			Perbandingan dengan berat		
	Semen (kantong)	Kapur (kg)	Pasir (m^3)	Semen (kg)	Kapur (kg)	Pasir (kg)
1 : 2	17	77,45	1,25	545,50	77,45	1091
1 : 2,5	13,75	62,50	1,28	445,50	62,50	1114
1 : 3	11,75	53,50	1,30	379,50	53,50	1136
1 : 3,5	10,15	47,65	1,30	325	47,65	1136
1 : 4	8,85	41,65	1,30	284	41,65	1136

* Dengan dasar bahwa berat pasir 1489 kg/m^3

Air yang diperlukan untuk campuran 1 m^3 spesi berkisar antara 378 liter sampai 757 liter.

Buruh :

Banyaknya buruh dan produksi kerjanya untuk pekerjaan ini tergantung dari ukuran blok; beton yang akan dipasang dan waktu pelaksanaan yang diinginkan. Pada tabel 6-11 disajikan keperluan tenaga buruh rata-rata untuk berbagai macam pekerjaan.

Tabel 6 - 11

Jenis Pekerjaan	Jam / 100 blok atau jubin		Blok atau jubin/jam	
	Tukang pasang batu	Pembantu	Tukang pasang batu	Pembantu
– Pondasi, 20 cm x 20 cm x 40 cm (ukuran blok-blok)	2,5 – 5	2,5 – 5	20 – 40	20 – 40
– Bagian di atas Pondasi : ukuran blok sama dg diatas, ada sedikit lobang-lobang pintu dan sudut-sudut	2,8 – 5,5	2,8 – 6,5	18 – 35	16 – 35
– Bagian di atas Pondasi, ukuran blok sama dengan di atas, ada beberapa lobang-lobang pintu dan pekerjaan sudut.	3,3 – 6,7	3,3 – 7	15 – 30	14 – 30
– Dinding pembagi ruangan, ukuran blok 15 cm x 20 cm x 30 cm, sedikit lobang-lobang pintu	2,5–4	2,5 – 5	25 – 40	20 – 40
– Dinding pembagi ruangan sama dengan di atas hanya ada beberapa lobang-lobang pintu	2,8–5,5	2,8 – 6	18 – 35	17 – 35
Penyelesaian voeg-voeg dan pembersihan pekerjaan pemasangan blok-blok dan jubin bata				
Sebelah permukaan dinding saja :				
– Penyelesaian voeg biasa/sederhana	1,7 – 5	0,25 – 0,50	20 – 60	100 – 200
– Penyelesaian voeg berukir	3,3 – 10	2,5 – 6,7	10 – 30	15 – 40
Membersihkan sebelah muka dinding saja :	1,25 – 4	–	25 – 80	–

Keperluan alat-alat sama saja dengan alat-alat yang diperlukan untuk pemasangan batu-bata.

Contoh :

Dinding sebuah bangunan lebar 30 m, panjang 50 m dan tingginya 3,60 m terbuat dari blok-blok beton berukuran 20 cm x 20 cm x 40 cm, tebal dinding 20 cm.
Bagian ini mempunyai 36 buah jendela berukuran 1,80 x 2,50 m, 2 buah pintu berukuran 3 m x 3 m, dan 3 buah pintu berukuran 0,9 m x 2,20 m.
Voeg-voeg atau alur-alur sambungan yang tebalnya 0,65 diselesaikan dengan cara meratakan saja baik luar maupun dalamnya. Steger dipergunakan untuk pekerjaan ini, menaikkan bahan-bahan dilakukan dengan tangan. Spesi diaduk dengan mesin pengaduk dengan campuran 1 semen : 3 pasir berdasarkan perbandingan isi, kapur dicampurkan 10 % dari berat semen.

Harga bahan-bahan yang dibeli adalah sebagai berikut :
- Batu-batu blok, beton .... Rp. 150,-/buah
- Batu-batu beton sudut .... Rp. 160,-/buah
- Batu-batu blok pinggir pintu .... Rp. 150,-/buah
- Setengah batu blok beton segala macam .... Rp. 75,-/buah
- Lintel (precast), balok di atas kosen .... Rp. 400,-/m'
- Pasir .... Rp. 3000,-/m^3
- Semen .... Rp. 2500,-/ktg.
- Kapur pasang .... Rp. 7500,-/m^3

Upah buruh sudah termasuk pajak upah dan asuransi 2½% sebagai berikut :
- Tukang pasang batu blok .... Rp. 300,-/jam
- Pembantu tukang .... Rp. 200,-/jam.

Jawab :

Luas dinding (50 + 50 + 20 + 20) 3,6 m^2 = 504 m^2
Lubang jendela 36 (1,8 x 2,5) = 162 m^2
Lubang pintu 2 (3 x 3) = 18 m^2
Lubang pintu 3(09 x 2,20) = 5,94m^2

Jumlah 185,94 m^2

Luas bersih 318,06 m^2

Blok-blok beton sudut $\frac{4 \times 3{,}6 \text{ m}}{0{,}20}$ = 72 buah @ Rp. 160,- = Rp.11.520.

Blok-blok beton dipinggir 2 buah pintu : $\frac{2 \times 2 \times 3 \text{ m}}{0{,}20 \text{ m}}$ = 60 buah

Dipinggir 3 buah pintu-pintu $\frac{3 \times 2 \times 2{,}20 \text{ m}}{0{,}20 \text{ m}}$ = 66 buah

Untuk dipinggir jendela : $\frac{36 \times 2 \times 1{,}80 \text{ m}}{0{,}20 \text{ m}}$ = 648 buah

Jumlah : 774 buah

Blok-blok beton yang dibeli dihitung sebagai berikut :
- Blok-blok beton untuk pinggir pintu & jendela = 387 buah @ Rp. 150,– .... Rp. 58.050,–
- Blok-blok beton setengah batu, untuk pinggir pintu & jendela 387 @ Rp. 75,- .... Rp. 29.025,–
- Blok-blok beton, setengah batu biasa ditaksir 387 buah @ Rp. 75,- .... Rp. 29.025,–
- Batu-batu blok beton $\frac{318{,}06 \text{ m}^2}{0{,}2 \times 0{,}4 \text{ m}^2} - 72 - 387 - \frac{387}{2} - \frac{387}{2} - \frac{(36 \times 2{,}2 \text{ m} + 2 \times 3{,}40 + 3 \times 1{,}3 \text{ m})}{0{,}40}$
  = 3976 – 72 – 387 – 387 – 225 =
  2905 @ Rp. 150,– .... Rp. 435.750,–
- Lintel 89,9 m ∿ 90 m @ Rp. 400,-/m' .... Rp. 36.000,–

Jumlah .... Rp. 587.850,–

Mortar :

Diambil volume mortar 10% dari volume batu-batu beton maka banyaknya mortar = 10% x 318,06 m^2 x 0,2 m = 6,361 m^3 ∿ 6,5 m^3. Lihat tabel 6-4b.

Banyaknya semen = 12,75 x 6,5 = 82,88 + 10% =
91 kantong @ Rp. 2.500,-- . . Rp. 227.500,–
Pasir = 1,08 x 6,5 = 7,02 + 10 % = 8 m^3 @
Rp. 3.000,- .... = Rp. 24.000,–
Kapur pasang = 91 x 42,5 x 10% = 386,75 kg x
$\frac{1}{642 \text{ kg/m}^3}$ = 0,6 m^3 @ Rp.7500 = 4.500,–

Air $\frac{700 \text{ l}}{1000 \text{ l}}$ x Rp. 100,- x 6,5 .... = Rp. 4.550,–

Jumlah ongkos spesi ..... = Rp. 260.550,–

Buruh :

Dari tabel 6-11 Diambil untuk bagian di atas pondasi dengan beberapa lobang pintu dan jendela = 3,3 jam/100 buah blok dan Penyelesaian voeg-voeg sederhana dan membersihkan diambil = 1,7 jam/100 buah blok + 2 x 1,25 jam/100 buah blok-blok.
Jadi jumlah waktu untuk memasang 100 buah blok beton 3,3 + 1,7 + 2,5 jam = 7,5 jam.

Jadi seluruhnya, waktu yang diperlukan $\frac{3976}{100}$ x 7,5 jam = 298,2 jam a. 299 jam.

Upah buruh menjadi :

Tukang pasang batu blok	= 299 x Rp. 300,-	= Rp. 89.700,–
Pembantu tukang	= 299 x Rp. 200,-	= Rp. 59.800,–
	Jumlah upah	= Rp. 149.500,–

Alat-alat :

– Sewa mesin pengaduk spesi 299 jam x Rp. 750,–	Rp. 224.150,–
– Angkutan alat	Rp. 25.000,–
– Alat-alat tangan (cangkul, sendok, sekop dll)	Rp. 50.000,–
– Kereta dorong 2 buah, sewa @ Rp. 100/jam x $\frac{299}{2}$ jam	Rp. 29.900,–
– Steger kayu dan paku	Rp. 100.000,–
– Saringan pasir dan lain-lain	Rp. 30.000,–
Jumlah alat-alat	Rp. 459.150,–

Jadi biaya pekerjaan ini :

1- Batu-batu blok beton	Rp. 587.850,–
2- Mortar (Spesi)	Rp. 260.550,–
3- Upah buruh	Rp. 149.500,–
4- Alat-alat	Rp. 459.150,–
Jumlah A	Rp. 1.457.050,–
Biaya tak terduga 10% A	Rp. 145.705,–
Jumlah B	Rp. 1.602.755,–
Keuntungan 10 % B	Rp. 160.275,50
Jumlah biaya seluruhnya	Rp. 1.763.030,50
Dibulatkan	Rp. 1.763.031,–

Terra Cotta :

Terbuat dari tanah liat yang dibakar. Permukaannya dapat dibuat mengkilap atau tidak mengkilap. Ada yang dapat menahan beban dan ada yang dibuat hanya untuk pelapis saja dan tidak menahan beban. Yang menahan beban tebalnya biasanya sekitar 20 cm atau lebih. Ukuran untuk dinding biasanya 30 cm x 30 cm dengan tebal 7,5 cm, 10 cm, 12,5 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm dan 30 cm, di tengahnya dibuat berlobang.
Jubinnya 30 cm x 30 cm dengan tebal dari 5 cm sampai 30 cm. Yang menahan beban biasanya lebih berat.
Juga jubin-jubin khusus dibuat dengan harga yang istimewa pula. Pada tabel 6-12 dijelaskan hubungan antara tebal dan beratnya dari Terra Cotta :

Tabel 6 - 12 : Ukuran 30 cm x 30 cm

Tebal, cm	Berat sebuah jubin (kg)	
	Tidak menahan beban	Menahan beban
5	5,45 – 6,36	
7,5	6,36 – 6,82	
10	7,27	
12,5	8,64	
15	10	13,64
17,5	11,36	14,55
20	13,64	15,45
22,5	15	16,36
25	15,91 – 16,36	19,09
30	18,18	23,64

Jenis ini dipakai juga untuk genting dengan ukuran sampai 30 x 60 cm. Dipakai juga Terra Cotta ini untuk lapisan tahan api.

Mortar :

Banyaknya mortar atau spesi yang dibutuhkan tergantung dari tebalnya dan besarnya jubin atau bata terra cotta.
Pada tabel 6 - 13 disajikan keperluan mortar untuk 100 buah Terra Cotta yang berukuran 30 cm x 30 cm.

Tabel 6 – 13 :

Tebal cm	m^3 mortar / 100 buah Terra Cotta			
	Tebal Voeg 0,95 cm		Tebal Voeg 1,25 cm	
	Tidak menahan beban	Menahan beban	Tidak menahan beban	Menahan beban
5	0,07 - 0,10	–	0,08 – 0,13	
7,5	0,08 – 0,13	–	0,10 – 0,16	
10	0,10 – 0,14	–	0,13 – 0,18	
12,5	0,13 – 0,16	–	0,17 – 0,20	
15	0,16 – 0,18	0,24 – 0,31	0,20 – 0,22	0,30 – 0,39
17,5	0,18 – 0,21	0,26 – 0,33	0,22 – 0,26	0,33 – 0,41
20	0,21 – 0,25	0,28 – 0,35	0,26 – 0,31	0,35 – 0,45
22,5	0,24 – 0,29	0,30 – 0,39	0,29 – 0,35	0,39 – 0,50
25	0,26 – 0,31	0,34 – 0,45	0,33 – 0,39	0,45 – 0,56
30	0,31 – 0,38	0,35 – 0,52	0,39 – 0,47	0,52 – 0,66

Mortar yang dipergunakan :
Semen : pasir = 1 : 2, 1 : 2½, 1 : 3, 1 : 3½ atau 1 : 4, kapur dapat ditambahkan sebanyak 10 % dari berat semen (lihat tabel 6-10).
Keperluan air dalam campuran sekitar 490 liter sampai 980 liter untuk campuran sebanyak 1 m^3.

Buruh :

Keperluan tenaga buruh berlainan untuk setiap pekerjaan berhubung perbedaan ukuran, ketrampilan buruhnya dan banyaknya pintu dan jendela atau lobang angin.
Seorang tukang dapat mengangkat jubin atau batu bata terra cotta seberat 27 kg. Apabila lebih berat dapat diangkat berdua.
Kecepatan memasang terra cotta tidaklah banyak berbeda untuk

jubin atau batu terra cotta seberat 20 kg atau kurang.
Pada pekerjaan kecil seorang tukang pasang batu dengan seorang pembantu sudah cukup memadai untuk menyelesaikan pekerjaan, kadang-kadang sampai 3 tukang dengan 3 orang pembantunya.
Untuk pekerjaan besar kelompok kerja dapat terdiri dari 1 orang mandor, 3 sampai 12 orang tukang batu, 1 atau 2 orang operator derek, dan 3 sampai 10 orang pembantu tukang. Bila mesin pengaduk mortar dan mesin derek yang dipakai maka pemakaian pembantu dapat dikurangi.
Pada tabel 6-14 disajikan produksi kerja untuk pemasangan terra cotta.

Tabel 6-14 Untuk 100 buah Terra Cotta ukuran 30 cm x 30 cm.

Jenis pekerjaan	Tebal, cm	Jam/100 buah	Jumlah terpasang/jam
Jubin pelapis dinding	5	2,5 – 4	25 – 40
	7,5	2,85 – 5	20 – 35
Dinding	5	2,85 – 5	20 – 35
	7,5	3 – 5	20 – 33
	10	3,35 – 5,55	18 – 30
	15	4 – 6,25	16 – 25
	20	5 – 7,15	14 – 20
	25	5,55 – 8,35	12 – 18
	30	6,25 – 10	10 – 16
Jenis lantai	15	2,25 – 4	25 – 45
	20	2,50 – 4,75	21 – 40
	25	2,85 – 5,55	18 – 35
	30	3,35 – 6,65	15 – 30
	35	4 – 8,35	12 – 25
	40	5 – 10	10 – 20
Jubin pelapis tahan api	5,7,5, 10	2,5 – 6,65	15 – 40
Jubin tipis mengkilap	0,95 – 1,25	5 – 20	5 – 20

Waktu pada tabel harus dinaikkan 20-25% untuk ukuran 20 cm x 30 cm
Waktu pada tabel harus dikurangi 15-20% untuk ukuran 30 cm x 60 cm
Terra cotta yang menahan beban pemasangannya lebih lama sedikit dari yang tidak menahan beban.

Alat-alat :

Alat-alat yang perlu sama saja seperti pada pemasangan batu-batu blok yaitu :

- **Alat-alat tangan**

- Derek tangan
- **Mesin** pengaduk mortar
- **Mesin derek** pengangkat
- **Steger** yang dapat dipindah-pindah
- **Steger** dengan tiang-tiang yang tetap.

Contoh :

Hitunglah anggaran biaya untuk pemasangan dinding pembagi ruangan dengan bata terra cotta yang tidak menahan beban yang berukuran 15 cm x 30 cm x 30 cm. Dinding ada 4 buah berukuran 3 m x 7,50 m dengan lobang pintu sebesar 2 x 1,20 m x 2,40 m, masing-masing dan 4 buah dinding lagi berukuran 3 m x 7,75 m dengan lobang pintu sebesar 2 x 1,20 m x 2,40 m masing-masing dan 8 buah dinding berukuran 3 m x 4,25 m dengan lobang pintu sebesar 1,20 m x 2,10 m masing-masing campuran mortar 1 pc : 3 pasir dengan 5 % kapur.

Harga bahan-bahan sebagai berikut :

Bata terra cotta	Rp.	1.000,-/buah
Semen	Rp.	2.500,-/kantong
Kapur pasang	Rp.	7.5.00,-/m^3
Pasir pasang	Rp.	3.000,-%m^3

Upah buruh :

Tukang pasang batu	Rp.	300,-/jam
Pembantu tukang	Rp.	200,-/jam

Upah di atas sudah termasuk pajak upah dan assuransi 2½ %.

Jawab :

Bahan-bahan :

Luas dinding :

$4 \times 3 \times 7{,}5 - 8 \times 1{,}2 \times 2{,}4\ m^2 = 90 - 23{,}04\ m^2 = 66{,}96\ m2$

$4 \times 3 \times 7{,}75 - 8 \times 1{,}2 \times 2{,}4\ m^2 = 93 - 23{,}04\ m^2 = 69{,}96\ m^2$

$8 \times 3 \times 4{,}25 - 8 \times 1{,}20 \times 2{,}10\ m^2 = 102 - 20{,}16\ m^2 = 81{,}84\ m^2$

Luas bersih ...... $218{,}76\ m^2$

Banyaknya batu terra cotta $= \frac{218{,}76}{0{,}3 \times 0{,}3} + 10\,\% =$

$2431 + 243 = 2674$ buah.

Harga semuanya 2674 x Rp. 1.000,- = Rp. 2.674.000,–

Dipakai tebal **voeg 1,25** cm, maka dari tabel 6-13 didapat : $0{,}20\ m^3$/

100 buah bata terra cotta.

Jadi keperluan mortar seluruhnya =

$$\frac{2674}{100} \times 0{,}20 + 10\,\% = 5{,}35 + 0{,}54 = 5{,}90\ m^3$$

Campuran mortar 1 : 3 dengan 5 % kapur pasang jadi: (Lihat tabel 6-4b).

Semen portland $= 5{,}9 \times 12{,}75$ kantong $+ 10\,\% = 76$ kantong

Pasir $= 5{,}9 \times 1{,}08\ m^3 + 10\,\% = 7\ m^3$

Kapur pasang $= 5\% \times 76 \times 0{,}02832\ m^3 = 0{,}11\ m^3$

Air $= \frac{980 \text{ liter}}{1000} \times 5{,}9 = 5{,}78\ m^3$

Jadi harga bahan seluruhnya :

Bata Terra Cotta	Rp.	2.674.000,–
Semen 76 x Rp. 2.500,-/kantong	Rp.	190.000,–
Pasir 7 x Rp. 3.000,-/m^3	Rp.	21.000,–
Kapur pasang 0,11 x Rp. 7.500,-/m^3	Rp.	825,–
Air = 5,78 x Rp. 100,-/m^3	Rp.	578,–
Jumlah	Rp.	2.886.403,–

Buruh :

Pada tabel 6 - 14 dapat dilihat diperlukan ± 5 jam untuk memasang 100 buah bata terra cotta.

Jadi waktu yang diperlukan $\frac{2431}{100} \times 5$ jam = 121,55 jam.

Upah buruh menjadi :

121,55 x Rp. 300,-/jam	Rp.	36.465,–
121,55 x Rp. 200,-/jam	Rp.	24.310,–
Jumlah upah	Rp.	60.775,–

Alat-alat :

Untuk pekerjaan sekecil ini mencampur mortar dilakukan dengan tangan :

– Alat-alat tangan	Rp.	15.000,–
– Steger kayu	Rp.	40.000,–
Jumlah	Rp.	55.000,–

Jadi jumlah biaya :

1. Bahan-bahan	Rp.	2.886.403,–
2. Upah buruh	Rp.	60.775,–
3. Alat-alat	Rp.	55.000,–
Jumlah A	Rp.	3.002.178,–
Biaya tak terduga 10 % A	Rp.	300.217,80
Jumlah B	Rp.	3.302.395,80
Keuntungan 10 % B	Rp.	330.239,50
Jumlah biaya seluruhnya	Rp.	3.632.635,30
Dibulatkan	Rp.	3.632.635,–

Jubin kapur (Gypsun tile) : Jenis ini dibuat dengan dicetak. Dipakai untuk pelapis dinding atau untuk lapisan tahan api. Ukurannya yang biasa 30 cm x 75 cm dengan tebal 5 cm sampai 20 cm.
Pada tabel 6-15 di bawah disajikan data-datanya :

TABEL 6 – 15

Tebal cm	Berat (kg) 1 jubin (blok)
5 cm, solid	1,02
7,5 cm, solid	1,48
2 cm, berlobang	0,80
7,5 cm, berlobang	1,14
10 cm, berlobang	1,48
12,5 cm, berlobang	1,76
15 cm, berlobang	2,05
20 cm, berlobang	2,61

Mortar :
Campuran mortar yang sudah-sudah biasanya terdiri dari portland semen tapi untuk spesi pekerjaan ini dipakai semen kapur (gypsum cement) dengan pasir, karena portland semen tidak begitu melekat

kuat dengan jubin kapur ini. Tebal voeg biasanya 0,95 cm sampai 1,25 cm.

Tabel 6 - 16 Keperluan bahan mortar untuk 100 buah jubin

Tebal cm	m^3 mortar/100 buah jubin
5	0,13 – 0,17
7,5	0,20 – 0,25
10	0,26 – 0,33
12,5	0,33 0,41
15	0,39 – 0,50
20	0,52 – 0,66

Tabel 6-17 : Banyaknya semen kapur dan pasir untuk 1 m^3 campuran mortar :

Campuran	Campuran Volume		Campuran berat	
	Semen (kg)	Pasir (m^3)	Semen (kg)	Pasir (kg)
1 : 2	744	1,22	744	1136
1 : 2,5	619	1,27	619	1182
1 : 3	536	1,31	536	1227

Buruh :
Karena jubin atau blok-blok batu kapur ini ringan dibandingkan dengan terra cotta maka pemasangannya lebih cepat, akibatnya lebih banyak pembantu diperlukan agar tukang tidak menganggur. Biasanya 1 orang tukang pasang batu dilayani 2 orang pembantu tukang.

Tabel 6 - 18 disajikan produksi kerja buruh untuk pekerjaan memasang jubin kapur dengan ukuran jubin 30 cm x 75 cm.

Tebal Jubin (cm)	Jam/100 buah jubin terpasang	Jubin terpasang/ jam
5	5 – 10	10 – 20
7,5	5,2 – 10,5	9,5 – 19
10	5,7 – 11	9 – 17,5
12,5	6,2 – 11,5	8,5 – 16
15	7 – 12,5	8 – 14,5
20	8,2 – 13,5	7,5 – 13,5

Peralatan yang dipergunakan sama saja dengan peralatan untuk memasang batu bata.

Terra Cotta artistik :

Jenis ini dapat berlubang atau solid. Bentuknya dapat dibuat untuk segala macam bentuk, untuk pinggir-pinggir dinding, sudut-sudut, dan lain-lain. Warnanya pun terdapat dalam segala macam warna, Harganya tentu lebih mahal dari pada yang biasa.

Mortar :

Mortar yang biasa dipakai ialah campuran portland semen : pasir 1 : 3, dengan 5 kg kapur pasang untuk setiap campuran 1 kantong semen, kadang-kadang dicampur zat pewarna agar cocok dengan warna dari terra cottanya sendiri.

Jangkar besi kadang-kadang dipakai untuk setiap jubin, agar tegak melekat di dinding.

Tebal voeg biasanya 0,95 cm sampai 1,25 cm.

Keperluan mortar biasanya sekitar 0,20 m^3 – 0,65 m^3 untuk setiap 3 m^3 Terra Cotta artistik.

Tabel 6-19 Disajikan keperluan buruh untuk pemasangan setiap 3 m^3 Terra Cotta artistik

Jenis pekerjaan	Jam / 3 m^3		m^3/jam	
	Tukang	Pembantu tukang	Tukang	Pembantu tukang
Memasang	6–10	9 – 20	0,3 – 0,98	0,14 – 0,31
Menyokong	3 – 5	3 – 5	0,57–0,93	0,57 – 0,93
	Jam /10 m^2		m^2/jam	
Menyelesaikan voeg-voeg	1,10 – 3,30	1,10 – 2,20	2,7 – 9	4,5 – 9
Membersihkan	1,10 – 3,30	1,10 – 2,20	2,7 – 9	4,5 – 9

Buruh :

Keperluan tenaga buruh dan produksinya hampir sama saja dengan keperluan buruh bagi pekerjaan batu belah persegi atau bata batu, dapat dilihat pada tabel 6-19.

Alat-alat :

Juga alat-alat yang diperlukan sama saja dengan alat-alat untuk pekerjaan pasangan batu bata atau batu belah.

Satuan pekerjaan dapat per m′ atau per m^2 atau per m^3 tergantung dari jenisnya dan bentuknya pekerjaan.

bab VII

Konstruksi kayu

Konstruksi kayu dapat dibagi menurut jenis dari pekerjaannya atau bangunannya sebagai berikut :

1. **Konstruksi berat : Bangunan-bangunan pabrik**
   a. Kerangka berat.
   b. Dinding kayu.
2. **Konstruksi ringan : Bangunan-bangunan rumah dari kayu.**
   a. Pekerjaan kayu kasar: kerangka kuda-kuda, kerangka lantai, atap, kerangka jendela dan pintu (kosen-kosen).
   b. Pekerjaan kayu halus: (1) Penyelesaian konstruksi bagian luar, pintu, jendela luar dan lain-lain.
   (2) Penyelesaian konstruksi bagian dalam, lantai akhir, daun pintu, jendela, tangga-tangga, lemari-lemari tetap, dan lain-lain.

Jenis kayu dan kekuatannya berlain-lainan dan harganyapun berbeda-beda jauh.

Di Indonesia kayu dibagi dalam kelas awet, kelas kekuatan, kelas pengerjaan mudah atau sukar, retak-retaknya, susut muai, dan berat jenisnya. Dapat dilihat dalam tabel yang diperoleh dari Lembaga **Pusat Penyelidikan Kehutanan Bogor,** atau di dalam buku-buku

konstruksi kayu, Tabel Jenis Kayu di Indonesia dilampirkan jumlah Kayu dibeli untuk suatu pekerjaan harus dilebihkan volumenya dari 5% sampai 40% karena adanya pemotongan-pemotongan.
Bahan-bahan yang tak dapat dipisahkan dari pekerjaan konstruksi kayu ialah : Perekat, paku, baut, sekrup-sekrup, engsel-engsel, kunci-kunci, dan lain sebagainya.

Buruh:

Pada pekerjaan kayu biasanya pekerja-pekerja terdiri dari pengawas pekerjaan, tukang kayu, mandor, tukang kayu halus, tukang kayu kasar, pembantu tukang dan buruh biasa.

Alat-alat :

Semua pekerjaan selalu memerlukan alat-alat tangan yang terdiri dari: gergaji, palu, pahat, sipat datar, segi tiga, meteran, biasanya tukang-tukang kayu sudah mempunyai alat-alat sendiri.
Bila pekerjaan cukup besar maka diperlukan juga gergaji mesin, bor mesin, derek pengangkat, mesin penghalus muka kayu, steger- steger.

Mengutip dari Ind. Cult. Alamanak 1934.

Jenis - Kayu Indonesia. 1)

(Dr. F.H. Endert)

Jenis-kayu didaftarkan menurut nama-nama perdagangan. Kebanyakan kayu-perdagangan masing-masing berasal dari pada lebih dari satu jenis-botanis. Dalam hal demikian diberikan hanya nama turunan.

Pembagian tingkat-tingkat jenis-kayu

Oleh lembaga Kehutanan jenis-kayu dibagikan dalam beberapa bagian:

1. Bagian menurut tahan-lama

Pembagian inilah hanya tersangkut dengan kayu-hati, (didahului maka berada kayu hati serta kayu muda), dan berlaku untuk dataran rendah (laagland) yang tropis.
Dengan tidak terhitung daya terhadap cacing tiang, bubuk (rangas) dan kumbang (Houtbij).

---

1) Keterangan lebih luas: "Modedelingen Boschbouw Proefstation" no's 11 en 13.
"Korte mededelingen" no. 4.
K. Heijne : De Nuttige planten van Ind.

Keterangan yang singkat: Encyclopaedi v. N. I.

Kayu tersangkut sekurang-kurangnya mesti bisa menahan lama seperti dicatat di bawah dengan keadaan yang disebut di bawah huruf a s/d d, ialah :

a. selalu terjamah tanah lembab.
b. hanya terkena pengaruh hujan dan matahari akan tetapi diperlindungi terhadap air atau terhadap pelimasan (verstikken).
c. di bawah atap, dengan tidak terkena tanah lembab dan terlindung terhadap pelimasan. (memadam)
d. sama dengan di atas akan tetapi dengan pemeliharaan yang patut.

Tingkat keadaan	I	II	III	IV	V
a.	8 tahun	5 tahun	3 tahun	waktu yang terlalu singkat	
b.	20 tahun	15 tahun	10 tahun	beberapa th waktu yg terlalu singkat	
c.		tak terbatas	agak lama	10/20 th. waktu yg singkat	
d.		tak terbatas	tak terbatas	20 tahun	20 tahun

Kayu menurut tingkat I s/d V, yang sehat dapat diserang oleh rayap dan bubuk seperti berikut :

Tingkat	I	II	III	IV	V
Penyerangan rayap	l.k. tak pernah	jarang	rada lekas	selekas	selekas
Penyerangan bubuk	l.k. tak pernah	tak pernah	l.k. tak pernah	tak hebat	selekas

2. Bagian menurut kekuatan

Kekuatan dapat ditimbang dengan kira-kira dari berat jenis.
Terhitung sedemikian masing-masing kekuatannya sekurang-kurangnya mesti berjumlah seperti berikut :

Tingkat	I	II	III	IV	V
Kekuatan lentur	1100	725	500	360	360 kg/cm^2
Kekuatan tekan	750	425	300	215	215 „
Berat jenis	0,9	0,6	0,4	0,3	0,3

3. Bagian pemakai

Bagian ini ditimbang dari tingkatan tahan lama serta kekuatan dengan tidak terhitung.

dapatnya dikerjakan
dapatnya jadi pelong (tarik) (trekken)
cenderungan keretakkan
penyusutan

Lagi pula jika tingkat kekuatan lebih rendah dari tingkatan tahan lama, tingkat pemakaian itu ditentukan sama dengan tingkat tahan lama dikurangi satu.

Tingkat tahan lama	I	II	III	IV	V
Tingkat kekuatan	≤ II	≤ II	≤ II	≤ IV	≤ V
Jadi tingkat pemakaian	I	II (tingkat)	III	IV	V

Pada umumnya jenis kayu dari masing-masing tingkat pemakaian dapat digunakan untuk maksud-maksud seperti berikut :

Tingkat I-II Untuk konstruksi berat yang selalu kena pengaruh yang merusakkan seperti terjamah tanah lembab atau pengaruh hujan dan matahari.

III Untuk konstruksi berat di bawah atap tidak terjamah tanah lembab.

IV Untuk konstruksi enteng di bawah atap.

V Tidak berguna untuk bangunan yang permanen (untuk sementara).

DAFTAR IKHTISAR TENTANG SIFAT-SIFAT YANG TERPENTING DARI JENIS-JENIS KAYU TERUTAMA DI INDONESIA
(Dr. F. H. ENDERT)

Nama perdagangan 1	Tingkat pemakaian 2	Tingkat tahan lama 3	Tingkat kekuatan 4	Berat Jenis 5	Bekas tumbuhan 6	Dapatnya dikerjakan 7	Retak-retakan 8	Menyusut menjadi pilang 9	Pergunaan yang istimewa 10
Ba[illegible]	IV	IV	II-III	0.45-0.80	1,(h)	a	a	b	2, 4
Bakau	IV(kII)	IV(kII)	I	0.80-1.15	1	b	c	–	13, 16
Balam	IV-III	IV-III	II-III	0.50-0.80	1(h)	a	b	b	4
Balau	I-II	I-II	I	0.85-1.20	1	b	b	b	8, 10, 15
Barangan	III	III	II	0.60-0.80	h(1)	b	b(c)	c	
Belangeran	II	II	II-I	0.75-0.95	1	b	a	c	
Belian	I	I	I	0.85-1.15	1	c	b	b	10, 11, 17
Bintangur	II-IV	II-IV	II-III	0.50-0.85	1(h)	a-c	a	–	1, 2, 14,15,16
Bungur	II	II	II	0.60-0.80	1	b	a	a	10, 14
Delingsem	III	III	I	0.90-1.05	1	c	–	c	8
Jati	I	I	II	0.60-0.75	1	b	a	a	1,2,3,10 13,14,17
Jelutung	V	V	IV-V	0.30-0.45	1	a	a	b	6
Durian	IV-V	IV-V	III-II	0.50-0.75	1(h)	a	a	b	6
Ebbenhout	I	I	I	1. 2	1	c	b	b	1,2,5,7
Empening	III	III	I-II	0.70-1.00	h(1)	b	c	c	1,2
Garunggang	IV	IV	III-IV	0.35-0.75	1, h	a	a	b	2
Glam	I	I	I	0.85-1.15	1	c	c	c	10, 11
Gofassa	I-II	I-II	II	0.60-1.00	1	b	a	a	14
Kapur	III	III	I-II	0.65-0.95	1	b	b	b	
Keruwing	III	III	II-I	0.60-0.95	1(h)	b	b	c	4
Kesambi	III	III	I	0.90-1.10	1	c	–	c	13, 18
Koelim	I	I	I	0.90-105	1	b	b	b	
Laban	I	I	I	0.75-1.05	1	b	a	a	8, 14
Lasi	II	II	II	0.75-0.90	1, h	a	b	b	1,2,3,7
Malas	II-III	II-III	I	0.95-1.10	1	c	b	b	? 11
Medang	II-IV	I-IV	II-III	0.40-0.80	h, 1	a	a	a	6
Menggeris	III	III	I	0.70-1.000	1	c	b	b	
Meranti	IV-III	IV-III	II-IV	0.35-0.85	1(h)	a(b)	a	b	(1),2,(3),4
Merawan	II-III	II-III	II-III	0.60-0.85	1	a	b	b	
Merbau	I	I	I-II	0.70-1.05	1	b	a	a	1,2,(10-
Nani	I	I	I	1.00-1.30	1	c	c		11
Penjalinan	III-IV	III-IV	I-II	0.65-0.90	1(h)	b	–	–	8
Petaling	II	II	I-II	0.80-1.00	1	a	b	a	
Pulai	V	V	IV-V	0.30-0.45	1(h)	a	a	b	6
Punak	III-IV	III-IV	II	0.60-0.85	1	a	a	b	
Puspa	III	III	II	0.50-0.00	h. 1	a	a	c	
Rasamala	II	II	II	0.70-0.90	h	b	b	c	
Rengas	II-I	II-I	II	0.60-0.80	1	a	a	a	1, 2
Salamuli	I-II	I-II	II	0.55	1	a	a	a	1, 5, 7
Sampinur	IV	IV	II-III	0.40-0.75	h, 1	a	a	b	
Sawo kecik	I	I	I	1, 1	1	b	a	b	1,5,7,8
Sengonlaut (jeungjing)	V	V	IV-III	0.30-0.50	h. 1	a	a	b	6, 12
Suren	IV-III	IV-III	III-IV	0.30-0.70	1, h	a	a	b	2, 4
Sonokeling	I	I	i-II	0.75-0.95	1	c	b	cc	1,2,5,8,9
Sonokembang	I-II	I-II	I-III	0.40-0.90	1	a	a	a	1,2,5,7
Sintok	IV	IV	III	0.50-0.60	1	a	a	b	4
Tembusu	I	I	II	0.65-0.80	1	a	a	a	(1).(2),5,7
Tempinis	I	I	I	0.95-1.20	1	c	a	b	8,11,14
Cemara	III	III	I-II	0.80-1.10	h, 1	c	c	c	13
Cempaka	II-III	I-II	II-III	0.35-0.65	1, h	a	a	a	2, 3, 4
Walikukun	II	II	I	0.95-1.05	1	b	a	b	8
Waroe	III	III	III	0.40-0.60	1(h)	b	a	a	8
Weru (Kihiyang)	II	II	II	0.55-0.90	1(h)	b	a	a	1, 2, 9

Arti dari huruf dan angka-angka dalam ruang 1 s/d. 10

Ruang 2/3	k.	=	kayu hati
	l.	=	dataran rendah dan kelingkungan bukit rendah.
	h.	=	tinggi yakni di gunung
7 s/d 9	a.	=	mudah atau sedikit
	b.	=	rada
	c.	=	tidak mudah atau banyak
10	1.	=	perabot rumah
	2.	=	penurapan kayu (betimmering)
	3.	=	luxe-veneer (lapisan tipis untuk menghiasi barang kayu)
	4.	=	kayu berlapis yang tehnis (tripleks)
	5.	=	ukiran kayu yang halus (houtsnywerk)
	6.	=	ukiran kayu yang kasar
	7.	=	bubutan
	8.	=	kenyal guna perabot olah raga birih dan sepak roda dan lain-lain
	9.	=	benda-benda yang bengkok
	10.	=	bantalan rel (dwarsliggers)
	11.	=	pangkalan dalam air laut atau air payau
	12.	=	peti teh
	13.	=	kayu bakar dan guna membuat arang
	14.	=	kayu bengkok (kromhouten) untuk bangun kapal.
	15.	=	tiang kapal
	16.	=	pancang untuk perikanan
	17.	=	sirap
	18.	=	gilingan tebu yang primitif.

Konstruksi kayu berat :

Untuk menghitung banyaknya bahan pekerjaan jenis ini tentunya mudah dilakukan dengan melihat dari gambar-gambar detail.
Tambahan bahan untuk pekerjaan ini yang hilang karena pemotongan-pemotongan ujung biasanya sekitar 5 @ 8 %.
Untuk pemotongan-pemotongan papan dari pinggir kayu biasanya hilang sekitar 10% untuk papan lebar 20 cm, 13% untuk papan lebar 15 cm dan 20% untuk papan lebar 10 cm.

Jadi untuk papan-papan lebar 15 cm kehilangan kayu menjadi 5 % + 13 % = 18 %.

Buruh:

Untuk pekerjaan konstruksi kayu berat pekerjaan dibagi dalam :
– pekerjaan persiapan
– pekerjaan memasang.
Kadang-kadang pekerjaan kerangka yang besar dibagi 2 dalam pekerjaan pemasangan yaitu pekerjaan menaikkan dan pekerjaan memasang pengikat seperti baut-baut dan lain-lain.
Agar pekerjaan mudah dan lebih cepat dikerjakan maka alat-alat listrik seperti bor listrik, gergaji listrik, mesin derek dipergunakan.
Memasang pelat dudukan tiang pada pondasi (base plate) biasanya dihitung perbuah diperlukan dari 0,50 sampai 1,50 jam kerja.
Kayu-kayu berukuran besar kadang-kadang dikerjakan oleh 2 atau lebih tukang kayu dengan pembantu-pembantunya sebagai satu kelompok kerja.
Pada tabel 7-1 disajikan perkiraan jam kerja buruh yang diperlukan untuk suatu jenis pekerjaan dalam pekerjaan persiapan, yang dibagi menjadi 3 jenis yaitu :
1. Kayu berukuran kecil, luas penampang ± 645 cm^2
2. Kayu berukuran sedang, luas penampang ± 645 sampai 1150 cm^2
3. Kayu berukuran besar, luas penampang >1150 cm^2

Tabel 7-1 Keperluan jam kerja untuk persiapan kayu-kayu konstruksi:

Jenis pekerjaan	Jam kerja yang diperlukan		
	Kayu berukuran kecil	Kayu berukuran sedang	Kayu berukuran besar
- Memotong ujung-ujung kayu, dengan alat tangan	0,3 – 0,5	0,5 – 1	0,8 – 1,2
- Memotong ujung-ujung kayu, dengan mesin potong	0,2 – 0,3	0,3 – 0,6	0,4 – 0,7
- Membelah sejajar serat, m', dengan alat tangan	0,33–0,99	0,66–1,31	0,99–1,64
- Membelah sejajar serat, m', dengan mesin gergaji	0,33–0,66	0,33–0,99	0,66–1,31
- Memotong sudut, m'	0,33–0,09	0,03–0,09	0,06–0,09
- Membor ϕ 2,50 cm, atau lebih kecil, dengan tangan	0,02–0,05	0,03–0,06	0,04–0,09
Idem, dengan mesin bor .	0,02–0,03	0,02–0,04	0,03–0,05
- Membor O 3,75 m, dengan bor tangan	0,03–0,07	0,04–0,09	0,06–0,12
Membor O 3,75 cm, dengan mesin bor	0,02–0,04	0,03–0,06	0,04–0,08
- Memotong membentuk huruf V (sambungan)	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5
- Memotong membentuk persegi (sambungan)	0,2 – 0,4	0,3 – 0,5	0,4 – 0,6
Memotong, lobang sambungan	0,1 – 0,2	0,1 – 0,3	0,2 – 0,4

Kelompok kerja yang mengangkat kayu ke atas tergantung dari pemakaian jenis derek apakah derek tangan atau dengan mesin dan juga tergantung dari besarnya ukuran kayu.
Derek tangan dapat mengangkat sampai ketinggian 12 m, sedang mesin derek lebih tinggi lagi. Penggunaan keran dengan roda rantai kadang-kadang lebih baik.
Kelompok kerja untuk melayani derek tangan terdiri dari :
1 orang mandor
4 buruh biasa untuk melayani derek
1 orang buruh untuk kabel penahan tiang derek
2 orang tukang kayu untuk menaruh dan mengikat kayu-kayu konstruksi sebelum diangkat.
Kelompok kerja untuk melayani derek dengan mesin terdiri dari :
1 orang operator
2 orang buruh biasa untuk memuat
1 orang mandor

2 orang tukang kayu untuk memasang dan mengikat konstruksi kayu.
Pada pembangunan gedung bertingkat dipergunakan mesin derek untuk mengangkat kayu dan satu orang atau lebih melayani derek tangan untuk mendirikan dan menyetel kerangka.
Beban untuk derek tangan biasanya satu batang kayu saja atau 2 buah batang kayu yang agak kecil ukurannya. Sedang mesin derek dapat mengangkat sekali gus 2 batang ukuran besar, 3 atau 4 batang ukuran sedang atau 6 sampai 8 batang kayu ukuran kecil.
Waktu yang diperlukan untuk setiap batang kayu, sama saja sampai ukuran sebesar 0,95 m^3.
Untuk ukuran kayu lebih besar diperlukan lebih banyak waktu dan kelompok kerja.
Waktu yang dimaksud ialah waktu untuk memuat, mengangkat dengan derek, membongkar muatan, menempatkan atau memasang dan memindahkan derek.
Tabel 7-2 menyajikan keperluan waktu untuk setiap gerakan kerja:

Tabel 7 - 2 :

Pekerjaan	Waktu
- Memuat	1 – 3 menit
- Membongkar muatan, menaruh dengan derek tangan . .	3 – 5 menit.
- membongkar muatan mesin derek	1 menit per batang kayu.
- Memasang kayu	2 – 4 menit.
- Mengangkat, dengan derek tangan	0,6 m – 1,5 m/menit.
- Mengangkat dengan mesin derek	1,5 m – 6 m/menit.
- Menyiapkan derek kecil	10 – 30 menit.
- menyiapkan derek besar	30 – 90 menit.

Pekerjaan harus betul-betul diatur sedemikian rupa sehingga derek tidak sering dipindah-pindah.
Waktu rata-rata yang diperlukan untuk memindahkan sebuah batang kayu sehingga terpasang hendaknya jangan melebihi 5 menit.
kayu sehingga terpadang hendaknya jangan melebihi 5 menit dan kalau dapat diusahakan, waktu yang dipakai 2 atau 3 menit saja bila memungkinkan.
Derek tangan berkapasitas 0,95 m^3 sekali angkut dan mesin derek mengangkat sekitar 1,90 m^3 sampai 2,85 m^3 sekali angkat.
Papan-papan untuk lantai biasanya tidak perlu persiapan dulu bila

diangkat dan dapat langsung dipaku di tempat.
Waktu dan banyaknya kelompok kerja untuk memasang papan-papan tergantung dari tebalnya papan, kecepatan mengangkat, jarak angkat, waktu memuat dan membongkar, dan waktu untuk menyiapkan derek.
Pada umumnya pemakaian buruh setiap m^2 dari lantai akan sama saja.
Bila jarak balok pendukung lantai bertambah maka jumlah pemasangan menurun tetapi kesukaran dan kerja bertambah.
Pada tabel 7 - 3 disajikan keperluan jam kerja buruh dan banyaknya paku yang diperlukan setiap 10 m^2 lantai papan. Panjang paku 87,5 mm, 139,5 mm, 177, 75 mm, untuk tebal papan 5 cm, 7,5 cm dan 10 cm masing-masing.

Tabel 7 - 4 : Keperluan paku untuk pemasangan lantai papan.

Tebal kayu papan cm	Lebar papan cm	Jarak balok-balok pendukung. m						Jam kerja / 10 m^2	
		1,20	1,80	2,40	3,00	3,60	Lidah & Alur	Sambungan dengan pasak	dilapis-lapis
		Banyaknya paku, kg/10 m^2							
5 cm	10	2,2	1,60	1,1	0,9		3,75-5,4		
	15	1,5	1,1	0,8	0,6		2,7-3,75		
	20	1,1	0.8	0,6	0,5		2,15-3,25		
7,5 cm	10	7,6	5,7	3,7	3,2		4,3-5,4	5,4 - 6,45	
	15	5,2	3,9	2,7	2,2		3,25-4,3	4,3 - 5,4	
	20	4,2	3	2,0	1,7		2,7-3,75	3,75 - 4,85	
10 cm	15	–	5,7	3,9	3,2	2,8	3,75-5,4	4,85 - 6,45	6,45-8,65
	20	--	4,2	2,5	2,5	2,1	3,25-4,85	4,3 - 5,95	5,4 - 7,55

Tabel 7 - 5 Jam kerja yang diperlukan untuk mengangkat dan memasang balok dan papan :

Kayu	Beban	Mengangkat			Mendirikan atau Menyetel dan memasang baut/paku
		Satu tingkat	Dua tingkat	Tingkat tambahan	
Dengan derek tangan, kapasitas 0,95 m^3 jam kerja / balok					
Ukuran kecil	1 balok	1	1,5	0,5	0,50
	2 balok	0,6	0,90	0,30	0,50
Ukuran sedang	1 balok	1,1	1,65	0,55	0,55
Ukuran besar	1 balok	1,2	1,80	0,60	0,60
Jam kerja / 10 m^2 luas lantai					
Papan tebal 5 cm	0,95 m^3	1,29	1,73	0.43	3,24
Papan tebal 7,5 cm	0,95 m^3	1,62	2,27	0,65	3,78
Papan tebal 10 cm	0,95 m^3	1,94	2,81	0,86	4,32
Jam kerja / 2,36 m^3					
Papan tebal 5 cm	0,95 m^3	5	6,6	1,6	12,5
Papan tebal 7,5 cm	0,95 m^3	4,2	5,8	1,6	9,8
Papan tebal 10 cm	0,05 m^3	3,75	5,35	1,6	8,4
Dengan Mesin derek berkapasitas 2,36 m^3 Jam kerja / balok					
Ukuran kecil	1 balok	0,7	0,9	0,2	0,8 + 0,50
	2 ,,	0,4	0,5	0,1	
	3 ,,	0,3	0,37	0,07	
	4 ,,	0,25	0,30	0,05	
	5 ,,	0,21	0,25	0,04	
	6 ,,	0,18	0,21	0,03	
Ukuran sedang	1 ,,	0,8	1	0,20	0,90 + 0,55
	2 ,,	0,45	0,55	0,10	
	3 ,,	0,35	0,42	0,07	
Ukuran besar	1 ,,	0,9	1,10	0,20	1 + 0,60
	2 ,,	0,5	0,60	0,10	

Jam kerja /10 m^2 luas lantai					
Papan tebal 5 cm	2,36 m^3	1,03	1,19	0,16	3,24
Papan tebal 7,5 cm	2,36 m^3	1,24	1,51	0,27	3,78
Papan tebal 10 cm	2,36 m^3	1,40	1,73	0,32	4,32
Jam kerja/2,36 m^3 (2,36m^3 = 1000 fbm satuan USA)					
Papan tebal 5 cm	2,36 m^3	3,5	3,7	0,20	12,5
Papan tebal 7,5 cm	2,36 m^3	2,8	3,0	0,20	9,8
Papan tebcl 10 cm	2,36 m^3	2,2	2,40	0,20	8,4

Tabel 7-5 menyajikan keperluan jam kerja yang diperlukan untuk mengangkat dan memasang kayu balokan atau papan. Waktu sudah termasuk untuk memindah-mindahkan derek.
Tinggi satu tingkat antara 3 m sampai 4,8 m.
Jam kerja yang diperlukan "jam kerja/balok" ($\pm$ 0,95 m^3) atau jam kerja/10 m^2 luas lantai.
Mengangkat termasuk memuat & mengangkat dengan derek tangan, juga untuk derek mesin termasuk memuat, mengangkat & membongkar. Bila mesin derek dipergunakan maka mengangkat ke lantai tertentu dilakukan dengan mesin derek sedang memasang dan mengangkatnya pada waktu menyetel dengan derek tangan. Papan-papan lantai diangkat ke lantai tertentu (1 atau tingkat 2, 3), di bongkar kemudian dipasang dan dipaku oleh tukang kayu.
Sebaiknya perhitungan jam kerja dihitung tiap potong balok dari pada dihitung setiap volumee 2,36 m^3, karena hal ini kurang mendetail. Sebagai contoh kolom kayu berukuran 20 cm x 20 cm dengan panjang 3,6 m, volumenya 0,14 m^3 memerlukan 0,4 jam untuk memotong ujung-ujungnya, 1 jam untuk memotong sudut, dan 1,1 jam untuk mengangkat dan memasang, memerlukan waktu seluruhnya 0,4 + 1,0 + 1,1 = 2,5 jam kerja atau kira-kira 42,14 jam tiap 2,360 m^3
Untuk kayu berukuran 40 cm x 40 cm panjangnya 3,6 m yang volume-

nya 0,58 m^3 (4 kali lebih besar dari kayu 20 cm x 20 cm x 3,6 m) memerlukan 1,2 jam untuk memotong ujung-ujungnya, 1 jam untuk memotong sudut-sudut dan 1,8 jam untuk mengangkat dan memasang, memerlukan waktu seluruhnya 1,2 + 1 + 1,8 = 4 jam.
Untuk sebuah balok atau $\frac{2,36}{0,58}$ x 4 = 16,28 jam setiap 2,36 m^3.
Contoh lain ialah jam kerja yang diperlukan untuk memasang sebuah balok besar untuk tingkat kedua dan memasang sebuah balok kecil untuk tingkat ke 5.
Balok yang besar berukuran 30 cm x 40 cm dengan panjang 6 m, yang volumenya = 0,72 m^3, memerlukan 2 jam untuk memotong ujung-ujungnya, 0,8 jam untuk memotong sudut-sudut dan 1,7 jam untuk mengangkat dan memasang, memerlukan waktu seluruhnya 2 + 0,8 + 1,7 = 4,5 jam untuk 1 balok berukuran 0,72 m^3 atau $\frac{2,36}{0,72}$ x 4,5 jam = 14,75 jam untuk 2,36 m^3.
Sedang balok yang kecil 20 cm x 30 cm yang panjangnya 3 m volumenya 0,18 m^3 memerlukan 1 jam untuk memotong ujung-ujungnya, 0,4 jam untuk memotong sudut-sudut dan 1,4 jam untuk mengangkat dan memasang, memerlukan waktu seluruhnya 1 + 0,4 + 1,4 = 2,8 jam untuk balok berukuran 0,18 m^3 atau $\frac{2,36}{0,18}$x 2,8 = 36,71 jam untuk 2,36 m^3.
Terlihat dari contoh di atas jam kerja untuk memasang 2,36 m^3 berkisar antara 14 jam – 40 jam. Jadi perhitungan jam kerja berdasarkan satuan volume kayu (2,36 m^3) agak menyimpang dan berbeda banyak. Pada umumnya untuk balok-balok yang lebih besar, jam kerjanya berkurang untuk setiap 2,36 m^3.
Untuk taksiran secara kasar dapat diambil jam kerja untuk satuan 2,36 m^3, memerlukan waktu sekitar 40 – 15 jam untuk kayu balok berukuran 0,14 m^3 – 0,95 m^3 dengan rata-rata kira-kira 20 jam.
Pada tabel 7-6 disajikan jam kerja kira-kira yang diperlukan:

Tabel 7 - 6

Bagian/Konstruksi	Ukuran balok	Jam kerja / 2,36 m^3
Bangunan pabrik	kecil	25 - 45
	sedang	20 - 35
	besar	15 - 25
– Rangka kuda-kuda	sedang dan kecil	30 - 45
– Penompang (konstruksi penyangga) (trestle)	sedang dan kecil	15 - 30
– Balok pengikat (mendatar) (waling)	besar	15 - 30
	sedang	20 - 40
– Balok pengikat (mendatar)	membongkar	3 - 7
– Menara untuk derek	kecil	25 - 50
– Gudang bahan	kecil terbuat dari papan	20 - 40
– Steger dengan tiang-tiang (Post scaffold)	kecil	15 - 25
	Membongkar	5 - 10
– Papan-papan (lantai & dinding)	5 cm tebal	14 - 22
	7,5 cm tebal	12 - 18
	10 cm tebal	10 - 15

Jam kerja pada tabel 7-6 ialah jam kerja untuk mempersiapkan, mengangkat dan memasangnya. Pekerjaan persiapan dilakukan di atas tanah atau di dalam bangunan khusus untuk pertukangan di mana terdapat alat-alat pertukangan kayu.

Bila pekerjaan persiapan dilakukan setelah kerja diangkat dengan derek dan dilakukan dengan tangan maka jam kerja pada tabel 7-6 harus ditambah dengan 50% sampai 100%, Papan-papan lantai diangkat ke tingkat tertentu kemudian dipotong disetel dan dipaku.

Alat-alat yang dipergunakan :

Alat-alat yang diperlukan selain dari alat-alat tukang kayu biasa diperlukan juga mesin gergaji, bor listrik, mesin penghalus permukaan, bila pekerjaan cukup besar. Penggunaan derek tangan dan mesin derek hampir dipakai disemua jenis pekerjaan.

Kapasitas derek tangan biasanya sekitar 0,95 m^3 sedang mesin derek berkapasitas sampai 2,75 m^3

Kecepatan angkat untuk derek tangan 0,6 - 1,5 meter per menit sedang mesin derek 1,5 m sampai 6 m per menit.

Mesin derek harus mempunyai operator khusus.

Contoh 1: Dari gambar rencana diperoleh:

Sebuah menara kayu untuk derek terbuat dari kayu setinggi 13,75 m sebagai berikut :

– Papan-papan lantai bawah dan atas, 2,7 m x 2,7 m x 5 cm dan 2,4 m x 2,4 m x 5 cm ditambah 10 % terbuang	0,715 m^3
– Ambang 10 cm x 15 cm x panjang: 2 x 1,20 m x 2,40 m . .	0,09 m^3
– Tiang 6 buah x 13,5 m berukuran 10 cm x 15 cm	1,22 m^3
– Balok penguat mendatar 5 cm x 15 cm – 2,4 m sebanyak 24 buah	0,43 m^3
– Balok penguat diagonal 2,5 cm x 15 cm – 6 m, sebanyak 48 buah	1,08 m^3
– Balok atas penahan beban 10 cm x 20 cm – 2,4 m sebanyak 4 buah	0,19 m^3
Jumlah	3,73 m^3

4 buah kabel penguat @ 25 m bergaris tengah 95 mm — 54,55 kg
Paku-paku dan baut-baut termasuk yang terbuang 5% — 14 kg

Hitunglah biaya untuk mendirikan menara kayu itu.

Jawab :

Harga bahan seluruhnya :

– Kayu klas II kamper 3,73 m^3 @ Rp. 150.000,-	Rp.	559.500,–
– Kabel pengikat, Ø 95 mm, 100 m' @ Rp. 500,-/kg x 54,55kg		27.275,–
– Paku-paku & baut – 14 kg @ Rp. 400,-/kg	Rp.	5.600,–
Jumlah biaya bahan	Rp.	592.375,–

Buruh :

Dari tabel 7-6 diperoleh untuk menara derek berukuran kecil diperlukan 25 – 50 jam kerja setiap 2,36 m^3 dengan catatan hanya menggunakan alat-alat tangan.

Jadi untuk proyek di atas diperlukan $\frac{3,73}{2,36}(25 - 50)$ jam kerja = 39,51 – 79,03 jam, tetapi hasil tabel 7-6 di atas terlalu kasar, karena itu marilah kita hitung satu per satu dengan tabel 7-1 & 7-6: Dikerjakan tanpa mesin:

– Memasang lantai bawah dan ambang bawah :
$\frac{0,395}{2,36}$ x 14 .... = 2,34 jam

– Memotong ujung-ujung tiang ± 48 ujung x 0,3 jam 14,40 jam

– Memotong ujung-ujung penguat datar,
± 30 ujung x 0,3 jam = 9 jam

– Mendirikan tiang-tiang dan penguat, dengan
tangan $\frac{3,73}{2,36}$ x 15 – 30 = 23,71 – 47,40 jam

– Memasang papan-papan atas dan balok
pemikul beban $\frac{0,32}{2,36}$ x 14 = 3,51 jam
+ $\frac{0,19}{2,36}$ x 20 = 1,9 + 1,61 = 3,51 jam.

– Memasang kabel penguat 4 buah ditaksir = 3 jam

Jumlah jam kerja = 55,96 – 79,65 jam

Diambil rata-rata = $\frac{55,96 + 79,65}{2}$ = 67,81 jam atau 68 jam

Kelompok kerja terdiri dari 2 orang tukang kayu @ Rp. 300,-/jam dan 2 orang pembantu tukang @ Rp. 200,-/jam. Dalam upah sudah termasuk pajak upah dan assuransi 2½%.

Jadi upah buruh:

Tukang kayu 2 x Rp. 300,-	Rp. 600,–/jam
Pembantu tukang 2 x Rp. 200,-/jam	Rp. 400,–/jam
Jumlah	Rp. 1.000,–/jam
Upah rata-rata : $\frac{\text{Rp. } 1.000,–}{4}$	Rp. 250, /jam
Upah buruh Rp. 250,- x 68 jam kerja	Rp. 17.000,–
Upah 1 orang pengawas Rp. 400,- x 20 jam kerja	Rp. 8.000,–
Jumlah upah	Rp. 25.000,–

Alat-alat :

– Tukang kayu mempunyai alat-alat tangan sendiri.
– Alat penunjang, untuk kuda-kuda tempat motong kayu
± Rp. 15.000,–

Jadi jumlah biaya:			
	– Bahan-bahan		Rp. 592.375,–
	– Upah buruh		Rp. 25.000,–
	– Alat-alat		Rp. 15.000,–
	Jumlah A	=	Rp. 632.375,–
	Biaya tidak terduga 10 % A	=	Rp. 63.237,50
	Jumlah B	=	Rp. 695.612,50
	Keuntungan 10 %	=	Rp. 69.561,25
	Jumlah biaya seluruhnya	=	Rp. 765.173,75
	Dibulatkan	=	Rp. 765.174,–

Contoh 2 :

Hitunglah biaya untuk pembuatan dan pemasangan tiang-tiang, balok-balok penopang mendatar dan lantai papan untuk bangunan pabrik bertingkat dua, yang berukuran 12 m x 14,40 m.

Tiang-tiang berjarak 3 m pada arah bangunan yang pendek dan berjarak 2,4 m pada arah bangunan yang panjang. Jadi jumlah tiang ada 5 x 7 = 35 buah.

Balok-balok pemikul mendatar sejajar arah pendek bangunan dengan panjang 3 m, jadi jumlah balok ini 4 x 7 = 28 buah berukuran 25 cm x 35 cm.

Papan lantai berukuran 7,5 dan diletakkan sejajar bagian yang panjang dari bangunan.

Tiang-tiang pemikul lantai tingkat 2 berukuran 25 cm x 25 cm yang panjangnya 3,60 m, sedang tiang-tiang di atas lantai kedua berukuran 20 cm x 20 cm, yang tingginya untuk tiang-tiang disisi dinding bangunan 3,6 m, di tengah-tengah tingginya 4,20 m sedang di antara sisi dan tengah-tengah tingginya 3,90 m. dilihat dari sisi pendek bangunan.**). Pelat pengikat tiang ke pondasi sudah disediakan. Besi penutup kepala tiang harganya Rp. 5.000,-/buah. Kayu klas II harganya Rp. 150.000,-/m^3 di tempat pekerjaan. Paku Rp. 500,-/kg, baut-baut Rp. 150,-/buah.

Upah Mandor Rp. 350,-/jam, upah tukang kayu Rp. 300,-/jam, dan upah buruh biasa Rp. 200,-/jam.

Sewa derek pengangkat dengan mesin @ Rp. 14.000,–/jam.

**) Atap dipikul balok-balok berukuran 20 cm x 30 cm dan atap papan berukuran 5 cm.

Jawab:

a. Bahan-bahan :

Tiang-tiang pemikul lantai tingkat kedua =
35 x 3 x 0,25 m x 0,25 m .... = 6,56 m^3
Tiang-tiang di atas lantai tingkat 2 =
(14 x 3,6 m + 21 x 4,20 m) 0,2 x 0,2 m .. = 5,54 m^3
Balok pemikul mendatar, lantai tingkat 2 =
28 x 3 x 0,25 m x 0,35 m .... = 7,35 m^3
Balok-balok pemikul atap =
28 x 3 x 0,20 m x 0,30 m .... = 5,04 m^3

Jumlah balok = 24,49 m^3

Papan lantai tingkat 2 =
12 m x 14,40 m x 0,075 m ....= 12,96 m^3
Papan atap = 14 m x 16,40 m x 0,05 m ...... = 11,48 m^3
Ditambah 18 % untuk pemotongan-pemotongan yang dibuang 18% x (12,96 + 11,48) .... = 4,4 m^3

Jumlah papan = 28.84 m^3

Jadi :

– Biaya bahan kayu = Rp. 150.000 (24,49 m^3 + 28,84 m^3) .... Rp. 7.999.500,–
– Pelat penutup kepala tiang = 70 buah @ Rp. 5.000,– .... Rp. 350.000,–
– Paku untuk lantai dengan sambungan lidah dan alur :
  – Lantai tk. II, tebal 7,5 cm; lebar papan 20 cm jarak pendukung 2,40 m : 2 kg x $\frac{12\text{m x } 14{,}40 \text{ m}}{10}$ = 34,56 kg
  – Atap, tebal 5 cm, lebar papan 20 cm, jarak pendukung 3 m : 0,5 kg x $\frac{14\text{m x } 16{,}40 \text{ m}}{10}$ = 11,48 kg.

  Seluruh paku harganya =
  Rp. 500,-(34,56 + 11,48) kg .... Rp. 23.020,–
– Baut 4 buah setiap balok pemikul :
  4 x 56 x Rp. 150,– .... Rp. 33.600,–

Jumlah biaya bahan .... Rp. 8.406.120,–

b. Buruh :

1.a. Tiang-tiang dipotong ujung-ujungnya dan sudut-sudutnya dengan mesin ± 1,9 jam x 70 batang (Tabel 7-1) .... = 133 jam
b. Mendirikan tingkat pertama : 0,50 x 35 (Tabel 7-5) .... = 17,5 jam
c. Mendirikan tingkat kedua : 1,3 x 35 (Tabel 7-5) .... = 45,50 jam

2- Balok-balok pendukung mendatar :
a. Dipotong ujung-ujungnya, dibor untuk lobang baut dan 2 sudut-sudutnya dipotong : 1,2 jam x 56 .... = 67,20 jam
b. Memasang balok lantai tingkat kedua, Mengangkat, menyetel dan memasang baut : 1,3 jam x 28 .... = 36,40 jam
c. Memasang balok-balok pendukung atap : Mengangkat, menyetel dan memasang baut : 1,3 jam x 28 .... = 36,40 jam

3 Papan lantai: Mengangkat, menyetel memaku lantai tingkat ke 2 : $\frac{172{,}80 \text{ m}^2}{10\text{m}^2}$ x 5,02 jam ... = 86,75 jam.

4. Atap: mengangkat, menyetel dan memaku
$\frac{229{,}60 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2}$ x 4,43 jam .... = 101,71 jam

Jumlah jam kerja ...... = 524,46 jam
Dibulatkan ...... = 525 jam

Tenaga yang digunakan 1 orang mandor, 1 orang buruh biasa dan 6 orang tukang kayu. jadi :
Upah rata-rata = 1 x Rp. 350,-/jam + 1 x Rp. 200,-/jam + 6 x Rp. 300,-jam/8 = Rp. 293,75/jam.

Jadi upah seluruhnya = 525 jam x Rp. 293,75 = Rp. 154.218,75

c. Alat-alat :

1. Sewa mesin derek Rp. 14.000,- x $(0,3 \times \frac{35}{3} + 0,37 \times \frac{35}{3} + 0,30 \times \frac{28}{3} + 0,37 \times \frac{28}{3} + \frac{172,80}{10} \times 1,24 + \frac{229,60}{10} \times 1.51)$ = Rp. 14.000,- x (3,5 + 4,32 + 2,8 + 3,45 + 21,43 + 34,67) = Rp. 14.000 x 70,17 jam	Rp.	982.374,40
2. Sewa bor listrik	Rp.	50.000,
3. Sewa gergaji listrik	Rp.	60.000,
4. Membuat sarana penggergajian dll.	Rp.	25.000,
Jumlah alat-alat	Rp.	1.117.374,40

Jadi biaya seluruhnya :

1. Bahan-bahan	Rp.	8.466.120,
2. Upah buruh	Rp.	154.218,75
3. Alat-alat	Rp.	1.117.374,40
4. Angkut mesin derek (bolak balik)	Rp.	50.000,
Jumlah A	Rp.	9.592.713,15
Biaya tak terduga 10 % A	Rp.	959.271,32
Jumlah B	Rp.	10.551.984,47
Keuntungan 10% B	Rp.	1.055.198,45
Jumlah biaya seluruhnya	Rp.	11.607.182,92
Dibulatkan	Rp.	11.607.183,-

Lamanya menyelesaikan pekerjaan :

Sudah diketahui total jam kerja = 525 jam

- Jam kerja untuk kelompok kerja = 525 : 8 = 65,63 jam ∿ 66 jam.
  Hari kerja, apabila 1 hari bekerja 8 jam = 66 : 8 = 8,25 ∿ 9 hari.

Apabila dipakai 2 kelompok kerja maka hari kerja menjadi 4,5 hari.

Konstruksi kayu ringan – Pekerjaan kasar :

Yang termasuk dalam pekerjaan ini ialah gudang-gudang kecil, perumahan, rumah sampai 3 tingkat, di mana penampang kayu yang dipergunakan kurang dari 258 cm^2 dan jarang tebalnya kayu melebihi 5 cm -- 7,5 cm, kecuali beberapa buah ambang, tiang-tiang dan balok pemikul.

Bahan :

Bahan untuk jenis pekerjaan ini dibagi sebagai berikut :
- Konstruksi kerangka : balok-balok pendukung lantai, tiang-tiang dan balok-balok ambang.
- Konstruksi papan : lantai kayu, atap kayu.
- Konstruksi pintu dan jendela (Kosen-kosennya).
- Lapisan-lapisan papan.

Konstruksi kerangka :

- Ambang kayu dapat diukur panjangnya dari gambar pelaksanaan. Ambang berukuran 15 cm x 15 cm, 15 cm x 20 cm, 15 cm x 25 cm. Ambang kayu mendukung dinding luar bangunan kayu. Kayu ambang harus ditambah 5 % volumenya untuk pemotongan-pemotongan
- Tiang-tiang kayu yang mendukung lantai berukuran 15 cm x 15 cm, 15 cm x 20 cm, 20 cm x 20 cm juga volumenya harus ditambah 5 %.
- Balok pendukung kerangka lantai kayu biasanya terdiri dari batang-batang kayu berukuran 2,5 cm yang diikat satu sama lain dan ukurannya menjadi 15 x 20, 15 x 25, 15 x 30, 20 x 20, 20 x 25, 20 x 30, 25 x 25 dan 25 x 30. Kayu di bawah kerangka dinding kayu (plates) dan di atasnya (caps) mempunyai tebal biasanya 5 cm dan lebarnya sama dengan tiang-tiang tegak kerangka dinding.
- Kerangka tegak dinding luar (studs) berukuran 5 cm x 10 cm dengan jarak 40 cm satu sama lain. Kadang-kadang dipakai ukuran 5 cm x 7,5 cm, 5 cm x 15 cm dan jauhnya dapat juga berkisar antara 30 cm, 50 cm atau 60 cm.
  Pada kerangka dinding biasanya kayu tegak (studs) ditambah satu buah pada sudut-sudut dinding atau pada pinggir-pinggir lobang jendela dan pintu, volumenya harus ditambah 5 % untuk kehilangan-kehilangan karena pemotongan-pemotongan.
- Balok pendukung lantai kayu (Joists) besarnya berjarak 40 cm satu sama lain, dengan ukuran kayu 5 x 15, 5 x 20, 5 x 25 dan 5 x 30,

tetapi kadang-kadang dipakai kayu dengan tebal 7,5 cm.
Balok-balok pendukung lantai yang sejajar biasanya diberi penguatan dengan menghubungkan satu dengan yang lain, sedikitnya 1 penguatan (bridging) antara 2 buah balok pendukung itu. Ukurannya 2,5 cm x 7,5 cm atau 2,5 cm x 10 cm.

- Balok kayu pendukung atap (rafters), atau bagian atas dari kuda-kuda berukuran sekitar 5 x 15, 5 x 20, 5 x 25, tetapi ukuran-ukuran 5 x 10 dan 5 x 30 cm kadang-kadang dipergunakan, tergantung dari miringnya atap, jarak kuda-kuda dan beban atap.
Jarak balok kayu pendukung atap biasanya 40 cm sampai 60 cm. Kehilangan kayu karena pemotongan dapat berkisar antara 5 % sampai 10 %.
- Papan lapis kasar untuk dinding dan atap biasanya berukuran 2,5 x 15, 2,5 x 20 atau 2,5 x 30. Untuk lapisan ini bisa dipergunakan kayu lapis (plywood).
- Kosen-kosen pintu dan jendela, biasanya dipasang bersama-sama dengan kerangka bangunan kayu lainnya.
- Isolasi biasanya ditempatkan antara kayu-kayu tegak kerangka dinding atau antara kayu-kayu balok pendukung lantai kayu.
Bahan isolasi berupa lapisan tipis yang digulung atau berupa lempengan-lempengan, isolasi dipasang bila akan dipakai mesin pendingin (Air Conditioned) atau untuk menahan panas dari cuaca.
- Paku, yang dipakai biasanya berukuran 1,5 atau 2 kali tebal dari papan. Paling sedikit dipergunakan 2 buah untuk setiap ujung papan. Paku biasanya harus ditambah 10 % sampai 25 % dari yang diperlukan karena banyaknya yang hilang atau bengkok. Pada tabel 7 - 7 dijelaskan kehilangan-kehilangan kayu karena pemotongan dan keperluan paku.

Tabel 7-7. Bahan kayu yang hilang karena pengerjaan dan keperluan banyaknya paku.

Bahan kayu dan jenis konstruksi	Satuan m^3	Prosentase kayu yang hilang	Kebutuhan paku (kg)
Kerangka kayu :			
– Ambang, satu balok (Ambang = sill)	2,36	5	2,27 – 4,55
– Ambang, terdiri dari beberapa kayu	2,36	5 – 8	4,55 – 9,09
Tiang (posts)	2,36	5	–
Balok pendukung, terdiri dari beberapa kayu	2,36	5 – 8	4,55 – 11,36
Kerangka tegak dinding (studs)	2,36	5	4,55 – 6,82
– Kayu dasar dan atas kerangka tegak, mendatar, (plate & cap)	2,36	5 – 8	4,55 – 9,09
Balok pendukung lantai, mendatar (joist)	2,36	5	4,55 – 11,32
– Kayu penguatan (bridging)	2,36 atau	5 – 10	9,09 – 11,32
	305 m	2 – 5	2,27 – 3,64
– Kayu kuda-kuda bagian atas pendukung atap sederhana (raflers)	2,36	5 – 8	3,64 – 6,82
– Kuda-kuda ukuran lebih besar, jendela di atap miring	2,36	10 – 20	4,55 – 9,09
Kayu penjepit mendatar (ribbons)	2,36 atau	5 – 8	9,09 – 11,36
	30,5 m	2 – 4	0,45 – 0,90
Lapis papan, lantai :			
Lantai kasar, tidak dengan sambungan tongue & groos dan lain-lain (unmatched)			
– Dipasang etegak lurus kayu-kayu pendukung (crosswise)	2,36	15	9,09 – 13,64
– Dipasang miring terhadap kayu-kayu pendukung (diagonal)	2,36	20 – 25	9,09 – 13,64
Lantai, dengan sambungan.			
– Mendatar	2,36	20	9,09 – 13,64
– Miring	2,36	25 – 30	9,09 – 13,64
Atap dengan sambungan (matched)			
– Mendatar	2,36	20 – 25	9,09 – 13,64
– Miring	2,36	25 – 30	9,09 – 13,64
Lapisan dinding :	92,90 m^2	5 – 10	5,45 – 9,09
Laposan tanpa sambungan			
– Tegak lurus kayu-kayu pendukung	2,36	15	9,09 – 13,64
– Miring terhadap kayu-kayu pendukung	2,36	20 – 25	9,09 – 13,64
Atap tidak dengan sambungan			
– Mendatar	2,36	15 – 20	9,09 – 13,64
– Miring	2,36	20 – 30	9,09 – 13,64
Lapisan dengan sambungan			
– Dipasang tegak lurus kayu-kayu pendukung	2,36	10	9,09 – 13,64
– Dipasang miring terhadap kayu-kayu pendukung	2,36	25 – 30	9,09 – 13,64
Lain-lain :			
Lapisan pelindung (Furring)	30,48	8 – 12	0,45 – 0,90
Kerangka jendela dan pintu	per buah	–	0,45 – 0,90

* 2,36 m^3 = 1000 fbm. (ukuran USA)
92,90 m^2 = 100 sqff (ukuran USA)

Tabel 7 - 8 : Jam kerja yang diperlukan untuk sebatang kayu.

Batang kayu dan jenis bagian konstruksi	Ukuran kayu (cm)	Jam/sebatang kayu		
		Persiapan	Mendirikan	Jumlah
Ambang (sills), memotong dan membuat sambungan	10 x 15, 15 x 15	0,3 – 0,6	0,2–0,4	0,5 – 0,10
	15 x 20, 20 x 25	0,4 – 0,9	0,3 – 0,6	0,7 – 1,5
Kayu pendukung lantai, memotong dengan cara sedikit-sedikit dari semua arah	5 x 20, 5 x 25, 5 x 30	0,2 – 0,4	0,2 – 0,3	0,4 – 0,7
	7,5x25, 7,5x30	0,3 – 0,5	0,2 – 0,4	0,5 – 0,9
Kayu pendukung lantai, memotong dengan cara sekali gus	5 x 20, 5 x 25, 5 x 30	0,1 – 0,3	0,2 – 0,3	0,3 – 0,6
	7,5x25, 7,5x30	0,2 – 0,4	0,2 – 0,4	0,4 – 0,8
Kerangka tegak dinding kayu, memotong ujung-ujung juga kayu penutup atas dan bawah (plates & caps)	5 x 10, 5 x 15	0,1 – 0,3	0,1 – 0,3	0,2 – 0,6
Kerangka tegak dinding kayu dan kayu penutup atas dan bawah, memotong kedua ujungnya	5 x 7,5, 5 x 10, 5 x 15	0,1 – 0,2	0,1 – 0,2	0,2 – 0,4
Kuda-kuda bagian atas, bubungan dan lembah	5 x 10, 5 x 15	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	0,4 – 0,6
	5 x 20, 5 x 25	0,2 – 0,4	0,2 – 0,4	0,5 – 0,8

Buruh :

Membuat kerangka : Jam kerja untuk pekerjaan ini tergantung dari jenis pekerjaannya, banyaknya pemotongan-pemotongan yang harus dilakukan, ukuran-ukuran dari kayu dan sulit atau mudahnya mendirikan bangunannya, karena itu beberapa estimator lebih suka menghitung setiap bagian konstruksi dari pada setiap m^3 kayu. Tabel 7-8 menyajikan keperluan jam kerja yang diperlukan untuk setiap jenis pekerjaan. Pemotongan-pemotongan memerlukan waktu kurang lebih

$\frac{2}{3}$ dari waktu pekerjaan persiapan sedang mengukur-ngukur memerlukan waktu $\frac{1}{3}$ nya. Data-data pada tabel 7-8 untuk jenis kayu yang tidak terlalu keras seperti meranti dll, sedang untuk kayu yang lebih keras seperti kayu kapur atau giam waktu perlu ditambah dengan 15% sampai 25%.

Untuk memasang penguatan-penguatan kayu pendukung lantai diperlukan waktu 2 sampai 4 jam kerja untuk 100 batang, waktu yang tercantum adalah waktu untuk tukang kayu saja tanpa pembantu, bila pembantu dipergunakan maka waktu penyelesaian lebih cepat. Tabel 7-9 menyajikan jam kerja yang diperlukan untuk pekerjaan konstruksi kayu ringan menggunakan satuan setiap 2,36 m^3 (1000 fbm). di mana ½ atau $\frac{2}{3}$ dari waktu dipergunakan untuk pekerjaan persiapan seperti mengukur-ngukur dan memotong dan $\frac{1}{3}$ nya untuk mendirikan. Konstruksi-konstruksi yang pelik dan khusus akan memerlukan waktu yang lebih banyak.

Tabel 7-9 : Jam kerja yang diperlukan setiap 2,36 m^3 konstruksi ringan.

Jenis Pekerjaan	Jam kerja / 2,36 m^3		
	Persiapan	Mendirikan	Jumlah
1. Ambang, - sebatang kayu saja (single piece)	12 – 18	8 – 12	20 – 30
- terdiri dari beberapa batang kayu	15 – 25	8 – 12	25 – 35
2. Tiang, sebatang kayu	8 – 12	8 – 12	16 – 24
3. Pendukung mendatar, - sebatang kayu	12 – 18	10 – 15	24 – 35
- beberapa batang kayu	15 – 25	10 – 15	27 – 40
4. Balok pendukung lantai : 5x15, 5 x 20, 5 x 25, 5 x 30	12-18/10-15*	9-15/8-12*	22-23/18-27*
5. Balok kerangka langit-langit : 5,x10, 5 x 15, 5 x 20	15 – 20	10 – 16	25 – 35
6. Penguat balok-balok pendukung lantai			
- setiap 1000 batang	10 – 15	10 – 15	20 – 30
- setiap 2,36 m^3	30 – 40	30 – 40	60 – 80
7. Kerangka tegak dinding 5 x 10, 5 x 15	12 – 25	8 – 12	18 – 37
Kerangka dinding pemisah 5 x 7,5, 5x10, 5 x 15	12 – 25	8 – 15	20 – 40
8. Kayu penutup kerangka tegak (plates & caps)	–	–	20 – 40
9. Setiap 2,5 x 10, 2,5 x 12,5	–	–	30 – 50
10. Balok atas kuda-kuda pendukung atap	10 – 20	10 – 15	20 – 35
Bagian pendukung bubungan dan lembah	20 – 30	12 – 20	30 – 45
11. Kuda-kuda ukuran kecil	25 – 30	15 – 20	40 – 50

* Untuk ukuran 5 x 30 dan lebih besar

Pemasangan papan kasar :

Termasuk dalam pekerjaan ini pemasangan lantai kayu, atap papan, dinding papan. Waktu yang diperlukan tergantung dari lebarnya papan, banyaknya lobang-lobang pada lantai, cara memasang papan, apakah tegak lurus balok-balok pendukung atau miring. Pada tabel 7 - 10 disajikan waktu yang diperlukan untuk pekerjaan ini.

Tabel 7 - 10: Jam kerja yang diperlukan untuk pemasangan papan kasar :

Jenis Pekerjaan	Jam kerja/ 10 m^2	Jam kerja/ 2,36 m^3
– Lantai kasar: tidak dengan sambungan, dipasang ⊥ pendukung	1,72 – 3,13	14 – 25
- Miring terhadap pendukung	2,27 – 3,78	17 – 29
- Dengan sambungan ⊥ pendukung	2,05 – 3,56	16 – 27
- Miring terhadap pendukung	2,59 – 4,32	19 – 31
– Atap: - tidak dengan sambungan, rata	2,16 – 3,24	17 – 25
- Ujung kuda-kuda dan jendela atap (gables and dormers)	2,92 – 4,32	22 – 32
- Dengan sambungan rata	2,48 – 3,78	19 – 28
Ujung kuda-kuda dan jendela atap	3,24 – 4,86	24 – 35
– Lapisan dinding: tidak dengan sambungan ⊥ pendukung	1,94 – 3,24	16 – 26
- Miring terhadap pendukung	2,48 – 4	19 – 30
- Dengan sambungan ⊥ pendukung	2,16 – 3,78	17 – 29
- Miring terhadap pendukung	2,70 – 4,43	20 – 32
– Papan dinding	1,62 – 3,02	14 – 26

Tabel berikutnya tabel 7 - 11 menyajikan data-data keperluan jam kerja untuk pekerjaan lain-lain :

Tabel 7 - 11 Jam kerja untuk keperluan macam-macam pekerjaan kayu

Jenis Pekerjaan	Satuan	Jam kerja
– Les di atas kayu	30 m	1 – 2
– Les di atas batu bata	30 m	1,5 – 3
– Les pelindung di bawah dinding pada dinding kayu	30 m	2 – 5
– Les pelindung di bawah dinding pada bata	30 m	5 – 6
– Bahan isolasi di antara kerangka tegak dinding	30 m	2 – 8
– „ „ „ „ lantai	30 m	2 – 6
– Memasang kosen pintu luar	sebuah	1,5 – 2,5
– „ „ „ dalam	sebuah	1 – 3
– „ „ „ pintu dobbel	sebuah	2 – 3
– „ „ „ jendela	sebuah	1 – 1,5
– „ „ jendela dobbel	sebuah	1,5 – 2
– „ „ jendela triple (3 daun)	sebuah	2 – 3
– Membuat lobang dan memasang kotak sambungan tusuk listrik pada dinding bata	10	2,5 – 5
– Memasang penguatan-penguatan (bridging)	100	2 – 4
– Memasang lapisan kertas pada dinding	10	0,8 – 1,62

Peralatan :

Peralatan yang dipakai untuk pekerjaan konstruksi kayu ringan terdiri dari alat-alat tangan saja yang biasanya sudah dipunyai oleh tukang kayu. Tetapi bila pekerjaan cukup besar dipakai juga gergaji listrik dan sarana kerja untuknya. Steger selalu harus dipergunakan, untuk pekerjaan besar biaya steger ini cukup besar, juga termasuk biaya transport, mendirikan dan membongkarnya.

Contoh :

Hitunglah biaya untuk pekerjaan kayu kasar, untuk rumah bertingkat dua.
Harga kayu per m^3 @ Rp. 150.000,- untuk kayu kelas II.
Paku Rp. 500,-/kg, kayu lapis 4' x 8' (1,2 m x 2,4 m) @ Rp. 2.750,-/lembar.
Bahan isolasi Rp. 800,-/m^2.
Kosen pintu luar berharga Rp. 30.000,-/buah.
Kosen pintu dalam @ Rp. 15.000,-/buah.
Kosen jendela @ Rp. 20.000,-/buah.
Upah tukang kayu Rp. 350,-/jam dan upah pembantu tukang Rp. 200,-/jam. Sudah termasuk pajak upah dan assuransi 2½ %.

Dari gambar pelaksanaan didapat sebagai berikut :
Ukuran lantai bawah tanah : 2,70 m x 9 m; Dinding dari beton sudah ada.
Balok pelat dan ambang di atas dinding berukuran, 5 cm x 15 cm.
Tiang-tiang pada lantai bawah 20 cm x 20 cm, tinggi 2,10 m.
Balok-balok pemikul mendatar, berukuran 20 x 30 cm panjang 9 m.
Balok-balok pemikul lantai tingkat I 5 cm x 30 cm panjang 3,60 m, berjarak 40 cm satu sama lain.
Balok-balok pendukung lantai kedua berukuran 5 cm x 25 cm, panjang 3,60 m, berjarak 40 cm satu sama lain.
Kayu pendukung langit-langit berukuran 5 cm x 20 cm, panjang 3,60 m berjarak 40 cm satu sama lain.
Kayu pendukung atap berukuran 5 cm x 15 cm, panjang 4,8 m, berjarak 40 cm satu sama lain.
Kayu-kayu tegak kerangka dinding luar 5 cm x 10 cm panjang 5,30 m, berjarak 40 cm satu sama lain.
Kayu kerangka langit-langit sebelah sisi dinding 5 cm x 10 cm, panjang 2,70 m, berjarak 40 cm satu sama lain.
Dinding pemisah ruangan di lantai bawah tanah, panjangnya 6,75 m dikurangi 1 pintu dengan tinggi 2,90 m.

Dinding-dinding pemisah tingkat pertama :
Panjang 8,75 m dikurangi sebuah pintu lebar 0,80 m dan lobang pintu berukuran lebar 1,60 m.
Panjang 7.000 m dikurangi 2 buah pintu yang lebarnya 0,80 m.
Tinggi dinding pemisah 2,55 m.

Dinding-dinding pemisah tingkat kedua :
Panjang 8,75 m, dikurangi luas pintu 2 buah, yang lebarnya 0,80 m.
Panjang 8,75 m, dikurangi puas pintu 2 buah, yang lebarnya 0,80 m.
Panjang 2,70 m, dikurangi luas sebuah pintu yang lebarnya 0,80 m.
Panjang 2,70 m, dikurangi luas sebuah pintu yang lebarnya 0,70 m + 2,70 m tanpa pintu.
Panjang 3.000 m dikurangi luas sebuah pintu yang lebarnya 0,70 m.
Panjang 1,80 m (2 x 0,90 m).
Tinggi dinding pemisah 2,50 m.
Pintu luar 2 buah berukuran 0,90 m x 2.00 m.
Pintu di ruangan di atas langit-langit 2,10 m.

Jendela-jendela :
Jendela pada tingkat pertama :
2 buah, dobbel, berukuran 1,40 m x 1,65 m.
4 buah, berukuran 0,70 m x 1,65 m.
1 buah, berukuran 0,60 m x 1,25 m.
Jendela pada tingkat kedua :
2 buah, dobbel, berukuran 1,40 m x 1,55 m.
5 buah, berukuran 0,70 m x 1,55 m.
Jendela di ruang atas langit-langit : 2 buah berukuran 0,60 m x 1,10 m.

Jawab :

1. - Banyaknya bahan dan biayanya :

Lantai bawah tanah :
- 2 buah tiang 20 cm x 20 cm x 2,10 m . . . . = 0,17 m^3
- 1 balok pendukung 20 cm x 30 cm - panjang 9 m . . = 0,54 m^3
- 1 buah balok pelat : 5 cm x 15 cm - panjang 35 m . . = 0,26 m3

Balok-balok pendukung lantai :
- Lantai pertama = $\frac{9}{0,4}$ x 2 = 45 buah + 2 pada ujung lantai + 2 balok di atas dinding pemisah = 49 buah x 5 cm x 30 cm x 3,6 m . . . . = 2,65 m^3
- Lantai kedua = $\frac{9}{0,4}$ x 2 = 45 buah + 2 pada ujung lantai + 4 buah di atas dinding pemisah = 52 x 5 cm x 25 x 3,6 m . . . . = 2,34 m^3
- Balok-balok pemikul langit-langit 5 cm x 20 cm. $\frac{9}{0,4}$ x 2 = 45 buah x 0,05 x 0,05 x 0,2 x 3,6 . . . . . . = 1,62 m^3
- Balok-balok penguat : 132 buah x 0,025 m x 0,075m x 0,45 m . . . . = 0,11 m^3

Kerangka tegak dinding :
- Dinding luar : $\frac{(9 + 9 + 7,2 + 7,2)}{0,4}$ + 4 disudut + 4 dipertemuan dinding pemisah + 18 buah lobang pintu dan jendela = 107 x 0,05 x 0,10 x 5,30 m . . . . = 2,84 m^3
- Dinding ruang di atas langit-langit $\frac{7,2 + 7,2}{0,4}$ + 2 di ujung x 0,05 x 0,1 x 0,1 x 1,35 m tinggi rata-rata = 0,26 m^3
- Kayu pelat penutup di atas kerangka dinding 2(9 + 9 + 7,2 + 7,2) x 0,05 x 0,10 . . . . = 0,32 m^3
- Kayu les 33 m x 0,025 x 0,125 . . . . = 0,10 m^3
- Kayu penguat pada lantai kedua 30 m x 0,05 x 0,10 = 0,15 m^3
- Kerangka tegak dinding ruang bawah tanah : $\frac{6,6}{0,4}$ m + 1 + 2 pada lobang pintu = 20 x 0,05 x 0,10 x 2,4 m . . . . = 0,24 m^3
- Kayu pelat penutup kerangka dinding = 2 x 6,6 x 0,05 x 0,10 . . . . = 0,07 m^3
- Dinding pemisah ruangan tingkat satu : $\frac{8,75}{0,4}$ + 1 + 4 pada lobang pintu x 0,05 x 0,10 x 2,55 m . . . . = 0,34 m^3
  $\frac{7.00}{0,4}$ + 1 + 4 x 0,05 x 0,10 x 2,55 m . . . . = 0,29 m^3
- Kayu pelat penutup kerangka dinding 2(8,75 + 7) x 0,05 x 0,10 . . . . = 0,16 m^3
- Dinding pemisah ruangan tingkat kedua : $\frac{1}{0,4}$ (8,75 + 8,75 + 2,7 + 2,7 + 3 + 3 + 1,80) = 87 + 9 di ujung-ujung dinding + 16 pada lobang-lobang pintu x 0,05 x 0,10 x 2,40 m . . . . = 1,34 m^3
- Kayu pelat penutup = 2(8,75 + 8,75 + 2,70 + 6 + 1,8) x 0,05 x 0,10 . . . . = 0,14 m^3
- Balok pendukung atap = $\frac{9}{0,4}$ x 2 + 2 pada ujung) x 0,05 x 0,15 x 4,8 m . . . . = 1,69 m^3

Jumlah Kerangka Kayu	=	15,63 m^3
5 % yang hilang karena pemotongan-pemotongan		0,78 m^3
Jumlah kayu kerangka	=	16,41 m^3
Dibulatkan	=	16,50 m^3

Lapisan papan tebal 2,5 cm (lantai)

- Lantai pertama 7,2 m x 9 m x 0,025 + 20% =
  1,62 + 0,32 .... = 1,94 m^3
- Lantai kedua sama saja .... = 1,94 m^3
- Lantai ruang atas langit-langit sama saja .... = 1,94 m^3

Jumlah = 5,82 m^3

- Lapisan dinding luar :
  5,3 m (9 + 9 + 7,2 + 7,2) + 2 $(\frac{7,2 \times 2,7}{2})$ + 5% =
  171,72 + 19,94 .... = 191,16 m^2

  Catatan 15 % tidak ditambahkan karena luas dinding tidak dikurangi lobang-lobang pintu
- Lapisan atap = 9,60 m x (2 x 4,80) + 5 % =
  92,16 + 4,61 .... = 96,77 m^2

Jumlah = 287,93 m^2

- Kayu les bawah dinding 500 m x 0,025 x 0,10 = 1,25 m^3
- Kosen jendela dan pintu-pintu
  Kosen pintu luar = 2 buah
  Kosen pintu dalam =12 buah
  Kosen jendela, dobbel = 4 buah
  Kosen jendela =12 buah

Keperluan paku : (tabel 7-7)

- Kerangka diambil rata-rata 4,55 kg setiap
  2,36 m^3 = $\frac{16,5}{2,36}$ x 4,55 kg = 32 kg
- Lapisan papan 9,09 kg setiap 2,36 m^3
  $\frac{1,25 + 5,82}{2,36}$ x 9,09 kg = 27,5 kg
- Lapisan dinding diambil 6 kg setiap 92,90 m^2 =
  $\frac{287,93}{92,9}$ x 6 kg = 18,60 kg

78,1 ~
79 kg
Ditambah 10% = 8 kg

Jumlah paku = 87 kg

Perhitungan volume bahan di atas tak usah diteliti benar, karena yang penting memberikan pengertian bahwa setiap batang kayu harus diperhitungkan sesuai dengan gambar pelaksanaan, biasanya pada gambar sudah dihitung volume dari bahan-bahannya dan dibuatkan tabel.

Jadi bahan-bahan seluruhnya :

1. Kerangka kayu 16,50 m^3 x Rp. 150.000,– .. Rp. 2.475.000,–
2. Lapisan papan 5,82 m^3 (lantai) x Rp. 150.000,- .... Rp. 873.000,–
3. Lapisan dinding 287,93 m^2 (termasuk atap) x $\frac{\text{Rp. } 2.750,-}{1,2 \times 2,4}$ .... Rp. 274.933,16
4. Kayu lapis 1,25 m^3 x Rp. 150.000,– ...... Rp. 187.500,–
5. Kosen pintu luar 2 x Rp. 30.000,- .... Rp. 60.000,–
6. „ „ dalam 12 x Rp. 15.000,– ..... Rp. 180.000,–
7. „ jendela dobbel 4 x Rp. 20.000,- ..... Rp. 80.000,–
8. „ „ 12 x Rp. 10.000,- .... Rp. 120.000,–
9. Paku 87 kg x Rp. 500,- .... Rp. 43.500,–

Jumlah bahan ... Rp. 4.293.933,16

Buruh :

Jam kerja buruh dapat dihitung untuk setiap batang kayu atau setiap satuan volume. Lihat tabel 7-8 s/d tabel 7-11.

Beberapa estimator memakai kedua cara.

a. Cara jam kerja tiap batang kayu :	**jam kerja :**
- 2 buah tiang dipotong dan didirikan (7-1 & 7-5)	**3**
- 1 buah balok pendukung, persiapan & mendirikan	**1**
- 1 buah balok pelat, persiapan & mendirikan	**1**
Balok pendukung lantai :	
- lantai pertama 49 potong, 5 x 30 x 3,6 m @ 0,50 jam	**24,5**
- lantai kedua 52 potong, 5 x 25 x 3,6 m @ 0,50 jam	**26**
- langit-langit 45 potong, 5 x 20 x 36 m @ 0,45 jam	**20,55**
- Balok-balok penguat 132 potong, 59,40 m @ 4 jam/ 100 potong	**5,28**

Tiang tegak kerangka dinding : **Jam kerja**

- Dinding luar 107 potong, 5 x 10 x 5,3 m @ 0,30 jam — 32,10
- Dinding ruangan di atas langit-langit 38 potong, 3 x 10 x 1,35 m @ 0,25 jam — 10
- Kayu pelat penutup 64,80 m, 5 x 10 @ 0,4 jam/3 m $\frac{64,8}{3}$ — 8,64
- Kayu les 33 m, 2,5 x 12,5 @ 2 jam/30 m x $\frac{33}{30}$ — 2,2
- Kayu penguat pada lantai kedua $\frac{30\ m}{30\ m}$ @ 4 jam/30 m x $\frac{30}{30}$ — 4
- Kerangka tegak dinding ruang bawah tanah 20 buah, 5 x 10 x 2,4 m @ 0,2 jam — 4
- Kayu pelat 2 x 6,6 m = 13,2 m @ 0,4 jam/3 m x $\frac{13,2}{3}$ — 1,76

Kerangka dinding pemisah :

- Tingkat pertama 50 potong, 5 x 10 x 2,55 m @ 0,25 — 12,50
- Kayu pelat penutup 31,50 m, 5 x 10 @ 0,4 jam/3m x $\frac{31,5}{3}$ — 4,2
- Tingkat kedua 112 potong, 5 x 10 x 2,40 m @ 0,25 jam — 28
- Kayu pelat penutup 56 m, 5 x 10 @ 0,4 jam/3 m x $\frac{56}{3}$ — 7,47

Balok pendukung atap 47 buah, 5 x 15 x 4,8 m @ 0,5 jam — 23,50

Jumlah jam kerja = 219,7 ∿ 220 jam

b. Cara jam kerja setiap satuan Volume. (lihat tabel 7 - 9)

Jenis pekerjaan		M^3	Jam/2,36 m^3	Jam kerja
Ruang bawah tanah:	Tiang	0,17	24	1,73
	Balok pendukung	0,54	35	8
	Ambung, pelat	0,26	30	3,3
Balok pendukung lantai semuanya		6,61	27	75,62
Penguatan		0,26	80	8,81
Kerangka tegak dinding semuanya		5,31	40	90
Kayu pelat penutup		0,69	40	11,69
Kayu penguatan pada lantai kedua		0,15	80	5,08
Kayu les		0,10	50	2,11
Balok pendukung atap		1,69	35	25,06
		Jumlah ⟶		229,67 ∿ 230 jam

Pekerjaan pemasangan dinding & lantai papan :

Dengan cara jam kerja tiap batang kayu: jam kerja

- Pemasangan lantai papan 3 x 7,2 x 9 m' = 194,4 m^2 @ $\frac{3,13}{10}$ = 60,85
- Lapisan dinding luar 191,16 m^2 x $\frac{3,24}{10}$ = 61,94
- Lapisan atap 96,77 m^2 x $\frac{3,24}{10}$ = 31,35
- Kayu lapis ujung bawah 500 m, 5 jam/30 m = 83,33

Jumlah = 237,47 ≈ 238 jam

Dengan cara jam kerja tiap satuan volume :

- Pemasangan lantai papan 5,82 m^3 @ 25 jam/2,36 m^3 = 61,65
- Lapisan dinding luar 0,025 m x 191,16 m^2 = 4,78 m^3 @ 26 jam/2,36 m^3 = 52,66
- Lapisan atap 0,025 m x 96,77 m2 = 2,42 m^3 @ 25 jam/2,36 m^3 = 25,64
- Kayu lapis ujung dinding bawah 500 m = 83,33

Jumlah = 223,28 ≈ 224 jam

Pemasangan kosen pintu dan jendela :

		jam kerja
- Kosen pintu luar, 2 @ 2,5 jam	=	5
- „ „ dalam 12 @ 3 jam	=	36
- „ jendela dobbel 4 @ 2 jam		8
- „ jendela 12 @ 1,5 jam	=	18
Jumlah	=	67 jam

Jadi jam kerja seluruhnya :

Jenis pekerjaan	Jam kerja	
	Satuan per batang	Satuan per volume 2,36 m^3
1. Kerangka bangunan kayu	220	230
2. Lantai dan dinding papan dan atap	238	224
3. Pintu dan Jendela	67	67
Jumlah	525	521

Kelompok kerja diambil terdiri dari 3 orang tukang kayu dan 2 orang pembantu maka upah rata-rata (3 x Rp. 350,- + 2 x Rp. 200,-) $\frac{1}{5}$ = Rp. 290,-/jam

Jadi Upah buruh seluruhnya Rp. 290 x 525 jam = Rp. 152.250,–

Alat-alat :

Peralatan pada pekerjaan ini dianggap tidak memakai mesin, jadi hanya alat-alat tangan yang biasanya setiap tukang kayu sudah mempunyai-nya.
Jadi ditaksir untuk membuat steger dan sarana pemotongan kayu kira-kira Rp. 75.000,-

Rekapitulasi biaya seluruhnya :

1. Bahan-bahan	Rp.	4.293.933,16
2. Upah buruh	Rp.	152.250,–
3. Alat-alat	Rp.	75.000,–
Jumlah A ...	Rp.	4.521.183,16
Biaya tidak terduga 10 % ...	Rp.	452.118,31
Jumlah B ...	Rp.	4.973.301,47

Keuntungan 10%B	Rp.	497.330,14
Jumlah biaya seluruhnya ...	Rp.	5.470.631,61
Dibulatkan	Rp.	5.470.632,–

Konstruksi kayu ringan — Pekerjaan penyelesaian :

Pekerjaan penyelesaian dapat dibagi 2 bagian : pekerjaan penyelesaian bagian luar dan pekerjaan penyelesaian bagian dalam.

- Penyelesaian bagian luar :
  Pelapisan akhir dinding luar
  Les-les atau lapisan-lapisan khusus.
  Jendela-jendela dan pintu-pintu, dan alat-alat pelindung sinar matahari.
  Atap dan lain-lain.
- Penyelesaian bagian dalam :
  Lapis akhir lantai
  Lapis-lapis untuk hiasan.
  Tangga dengan pegangannya.
  Lemari-lemari, tempat buku, tempat obat-obat dan lain-lain.
  Langit-langit.
  Peralatan-peralatan rumah bagian dalam seperti kaca, tempat cuci tangan dan lain-lain.
  Jendela-jendela dan pintu-pintu bagian yang menghadap ke dalam.

Pada tabel 7-12 disajikan cara mengukur atau satuan-satuan yang dipaka untuk pekerjaan-pekerjaan penyelesaian.

Tabel 7 - 12

Penyelesaian bagian luar	Satuan
– Dinding	m^2 m^3
– Atap	m^2 1000 potong bundles
– Kertas lapis	gulung m^2
– Pintu dan jendela	sebuah
– Lapis hias	set
– Tirai matahari	sebuah
– Bermacam-macam lapis hias (trim)	m
– Porch (kerangkanya)	m^3
– Lapisan papan	m^3
– Langit-langit, lantai	m^2
– Tiang-tiang	sebuah
– Peralatan rumah (hardware)	sebuah
– Paku dan baut-baut	kg

Penyelesaian bagian dalam	Satuan
– Lantai	m^2
– Lapisan peredam suara	gulung, m^2
– Lapisan khusus	m'
– Langit-langit	m^3 m^2
– Jendela dan pintu-pintu	sebuah
– Lemari-lemari dan kotak-kotak	sebuah
– Peralatan rumah (hardware)	sebuah kg lusin
– Paku dan baut-baut	kg

Pekerjaan penyelesaian dinding dan lantai banyak sekali macamnya dan cara-cara pemakaiannya, biasanya bila dibeli sudah lengkap dengan cara-cara pemakaiannya.

Demikian pula kwalitasnya bermacam-macam dan harganya pun berbeda-beda.

Pada tabel 7-13 disajikan perkiraan keperluan tenaga buruh yang diperlukan untuk pekerjaan penyelesaian luar (exterior finish).

Tabel 7-13 : Penyelesaian luar

Tabel 7 - 13 : Penyelesaian luar

Jenis pekerjaan	Satuan	Jam kerja
– Langit-langit dengan sambungan	2,36 m^3	25 – 40
	10 m^2	3,23 – 5,4
– Lapisan dinding, narrow, lap or bevel	2,36 m^3	20 – 50
	10 m^2	3,23 – 8,64
– Lapisan dinding, wide, lap or bevel	2,36 m^3	15 – 45
	10 m^2	2,16 – 6,48
– Lapisan dinding bentuk jubin	10 m^2	3,23 – 8,64
– Lapisan kertas dinding	10 m^2	1,08 – 2,16
– Hiasan sudut dan sisi-sisi dinding	30 m.	4 – 8
– Tirai sinar matahari	pasang	1 – 4
– Serambi muka :		
- tiang-tiang	sebuah	1 – 2
- pagar sisi serambi	30 m	40 – 70
jenjang tangga, 4 buah dalam satu set	set	8 – 16
Pintu, luar, tunggal	komplit	5 – 8
- kerangka	sebuah	1 – 2
- lapisan hias (trim)	satu set	1 – 2
- engsel	sebuah	1 – 2
- konci (Hardware)	satu set	1 – 2
Pintu luar, dobbel	komplit	7 – 12
- rangka	sebuah	2 – 3
- lapisan hias	satu set	1 – 3
- engsel-engsel	sepasang	2 – 3
- konci-konci	satu set	2 – 3
Jendela, tunggal :	komplit	4 – 7
- kerangka	sebuah	1 – 2
- lapisan hias	satu set	1 – 2
- engsel-engsel	satu set	1 – 2
- konci-konci	satu set	1 – 2
Jendela, dobbel	komplit	6 – 9
- kerangka	sebuah	1 – 2
- lapisan hias	satu set	1 – 2
- engsel	satu set	2 – 3
- konci-konci	satu set	1 – 3
Jendela tripel	komplit	8 – 12
- kerangka	sebuah	2 – 3
- lapisan hias	satu set	1 – 3
- engsel	satu set	3 – 4
- konci	satu set	2 – 3
Pintu kasa & lobang angin	sebuah	3 – 5
Jendela-jendela	sebuah	1

Keperluan buruh untuk pekerjaan ini sangat berlainan tergantung dari keahlian tukang, keras atau lunaknya kayu. Bila kayu keras dipakai waktu 25% sampai 35% lebih dari pada kayu yang lunak.
Alat-alat yang dipergunakan, selain dari alat tangan biasa untuk pertukangan kayu, juga dipergunakan gergaji listrik portable, dan alat hampelas listrik.
Pada tabel 7-14 disajikan keperluan jam kerja untuk pekerjaan penyelesaian dalam (enterior finish).

Tabel 7 - 14. Penyelesaian dalam

Jenis pekerjaan	Satuan	Jam kerja
Langit-langit kayu	2,36 m^3	25 – 40
	10 m^2	3,23 – 5,4
Lapisan-lapisan plywood	10 m^2	3,23 – 16,2
Lembaran eternit	2,36 m^3	10 – 20
	10 m^2	1,1 – 3,23
Lantai, kayu keras, pakai sambungan, tidak lebar	2,36 m^3	25 – 40
	10 m^2	4,32 – 6,48
yang lebar 10 cm dan lebih	2,36 m^3	20 – 35
Kertas lapis lantai, isolasi	10 m^2	3,23 – 5,4
	10 m^2	1,08 – 2,16
Lapis peredam suara	10 m^2	1,08 – 3,23
Menghapelas lantai, dengan tangan	10 m^2	2,16 – 4,32
dengan mesin	10 m^2	1,08 – 2,16
Les-les hias	30 m	2 – 10
Pintu, tunggal kerangka	komplit	3 – 6
- kerangka	sebuah	1
Les hias (trim)	satu set	1 – 2
- engsel-engsel	sebuah	1
- konci	satu set	1
Lantai, kayu lunak, pakai sambungan	2,36 m^3	16 – 30
	10 m^2	2,16 – 4,32
Pintu dobbel	komplit	4 – 8
- kerangka	sebuah	1 – 2
Les hias	satu set	1 – 3
- engsel-engsel	dua	1 – 2
- konci	satu set	1 – 2
Pintu tanpa daun pintu	komplit	2 – 4
- kerangka	sebuah	1 – 2
Les hias	satu set	1 – 2
Tangga ke gudang bawah tanah	sebuah	4 – 8
Tangga belakang, tertutup (enclosed)	sebuah	8 – 20
Tangga depan, terbuka (open)	sebuah	20 – 60
Tangga, depan, terbuka, berhias	sebuah	40 – 100
Memasang kabinet telah jadi, lemari-lemari tempel	sebuah	3 – 10
	yang kecil	1 – 4
Tempat buku dan lain-lain	sebuah	3 – 8

Untuk penyelesaian pekerjaan luar diperlukan steger-steger dan tangga. Umumnya steger-steger untuk penyelesaian ini dipakai steger-steger yang sudah ada pada pekerjaan kayu kasar. Ongkos pembuatan steger-steger sebaiknya dipisahkah dari ongkos pekerjaan kayu lainnya. Penaksiran biaya kadang-kadang hanya terdiri dari pekerjaan kasar dan pekerjaan penyelesaian saja tidak dibagi penyelesaian dalam dan luar, terutama pada pekerjaan kecil.
Penaksiran biaya untuk jendela dan pintu terdapat juga pada pekerjaan kayu kasar karena tukang kayu kasar memasang kusen-kusennya, tukang kayu penyelesaian luar memasang daun pintu dan jendela-jendela serta semua pekerjaan penyelesaian luar sedang tukang-tukang kayu penyelesaian dalam baru bekerja setelah semua plester dan lapis-lapis kasar lainnya dipasang.
Biaya kosen-kosen termasuk pekerjaan kayu kasar, sedang daun pintu dan jendela termasuk pekerjaan penyelesaian.

Contoh :

Hitunglah biaya penyelesaian pekerjaan kayu untuk rumah tingkat 2 yang dihitung pada contoh yang telah lalu. Pekerjaan ini dikerjakan hanya oleh tukang kayu.
Upah tukang kayu Rp. 350,-/jam,
Berdasarkan gambar pelaksanaan diperoleh sebagai berikut :

Penyelesaian luar :

- Lapisan dinding kayu tanpa sambungan, lebar = 15 cm atau sambungan tumpang (lap siding) dengan bagian yang tampak 11,25 cm luasnya 200 m^2, tidak dikurangi luas pintu dan jendela.
- Lapisan kertas luasnya 200 m^2 harganya Rp. 2.500,–/gulung, satu gulung 30 m^2.
- Sebuah pintu depan, lengkap dengan kunci dan engsel @ Rp. 30.000,- tanpa kusen.
- Sebuah pintu belakang, lengkap dengan kunci dan engsel @ Rp. 25.000,–, tanpa kusen.
- 4 buah, jendela dobbel, lengkap.
- 12 buah, jendela tunggal, lengkap.
- Pintu dan jendela kaca : 2 pintu, 4 jendela dobbel dan 12 jendela tunggal.
- Les-les hias seluruhnya 75 m'.

Penyelesaian dalam :

Ruang bawah tanah :
1 tangga ruang bawah tanah.
1 pintu lengkap tanpa kusen.

Tingkat pertama :
4 pintu dalam, lengkap tidak termasuk kusen.
Lapisan kertas, luas 65 m^2, antara lantai papan dan lantai akhir sebagai isolasi.
Lantai, terbuat dari kayu keras, luas 65 m^2
Les luas 135 m'
Lemari makan
Lemari dapur
Lemari alat-alat.
2 lemari pakaian.
1 tangga, terbuka dari tingkat pertama ke tingkat kedua.
1 lemari jas.

Tingkat kedua :
8 daun pintu lengkap.
Lapisan peredam suara antara lantai papan dan lantai akhir, 65 m^2.
Lantai akhir terbuat dari kayu keras, luas 65 m^2
Les: luas sepanjang 185 m.
Kamar mandi: lemari obat, dan lemari handoek.
Lemari laci dan kotak-kotak tempat barang.
3 lemari pakaian
1 tangga ke ruang atas langit-langit, tertutup.
Upah buruh hanya untuk pemasangan lemari-lemari, pintu-pintu, jendela-jendela, bukan untuk membuatnya.
Harga-harga bahan yang terdapat pada tabel berikut adalah harga di tempat pekerjaan.

Jawab :

Jawab

U r a i a n	Volume bahan	Satuan Harga bahan	Harga bahan	Jam kerja	Upah Rp.
Dinding :					
- Lapisan kertas	200 m^2	Rp. 2500/30 m^2	Rp.17.500	25	8.750
- Lapis dinding kayu 200 m^2 + 33% = 266 m^2 x 0,025 m = 6,65 m^3	6,65 m^3	Rp. 100.000/m^3	Rp.665.000	105	36.750
- Pekerjaan les hias (setrip-setrip), berukir	75 m'	Rp. 5.000/m'	Rp.375.000	18	6.300
Daun pintu dan jendela lengkap dengan konci-konci dan engsel :					
- Pintu luar, depan	1	Rp. 30.000,-	Rp. 30.000	5	1.750
- Pintu luar, belakang	1	Rp. 25.000,-	Rp. 25.000	5	1.750
- Pintu dalam, ruang bawah tanah	1	Rp. 20.000,-	Rp. 20.000	3	1.050
- „ „ , tingkat pertama	4	Rp. 25.000,-	Rp. 100.000	20	7.000
- „ „ , tingkat kedua	8	Rp. 25.000,-	Rp. 200.000	34	11.900
- Jendela dobbel	4	Rp. 30.000,-	Rp. 120.000	30	10.500
- Jendela tunggal	12	Rp. 15.000,-	Rp. 180.000	60	21.000
Pintu dan jendela kasa :					
- Pintu kasa	2	Rp. 15.000,-	Rp. 30.000	7	2.450
- Jendela dobbel dengan kasa	4	Rp. 15.000,-	Rp. 60.000	6	2.100
- Jendela tunggal dengan kasa	12	Rp. 7.500,-	Rp. 90.000	12	4.200
Lantai-lantai :					
- Lapisan kertas, tingkat pertama	65 m^2	Rp. 2.500/30m^2	Rp. 7.500	8	2.800
- Lapisan peredam suara, lantai kedua	65 m^2	Rp. 3.000/30m^2	Rp. 9.000,	12	4.200
- Lantai akhir kayu keras + 30 %	170 m^2	Rp. 2.500/m^2	Rp. 425.000	70	24.500
- Les hias	320 m'	Rp. 1.000/m'	Rp. 320.000	48	16.800
Tangga :					
- Tangga ruang bawah tanah	1	Rp. 75.000,-	Rp. 75.000	8	2.800
- Tangga tingkat pertama ke lantai kedua, terbuka	1	Rp. 150.000,-	Rp. 150.000	32	11.200
- Tangga ke ruang di atas langit-langit tertutup	1	Rp. 100.000,-	Rp. 100.000	16	5.600
Pekerjaan kabinet-kabinet :					
- Lemari makan	1	Rp. 75.000,-	Rp. 75.000	4	1.400
- Lemari dapur	1	Rp. 100.000,-	Rp. 100.000	8	2.800
- Lemari alat-alat	1	Rp. 80.000,-	Rp. 80.000	2	700
- Lemari pakaian	2	Rp. 75.000,-	Rp. 150.000	4	1.400
- Lemari jas	1	Rp. 85.000,-	Rp. 85.000	4	1.400
- Lemari obat dan lemari handoek	1	Rp. 50.000,-	Rp. 50.000	4	1.400
- Lemari laci dan kotak-kotak tempat barang	1	Rp. 100.000,-	Rp. 100.000	4	1.400
- Lemari pakaian	3	Rp. 65.000,-	Rp. 195.000	6	2.100
			Rp. 3.834.000,-	560	196.000

Jadi biaya seluruhnya :

1.	Bahan-bahan	Rp.	3.834.000,–
2.	Upah	Rp.	196.000,–
3.	Alat-alat ditaksir (dengan steger)	Rp.	100.000,–
	Jumlah	Rp.	4.130.000,–
	Biaya tak terduga 10 %	Rp.	413.000,–
	Jumlah	Rp.	4.543.000,–
	Keuntungan 10%	Rp.	454.300,–
	Jumlah seluruhnya	Rp.	4.997.300,–

VIII

Biaya operasi alat-alat berat

Pendahuluan :

Pada jaman modern sekarang ini, dapat dikatakan pada setiap pekerjaan pembangunan yang cukup besar, pemakaian alat-alat berat hampir tidak dapat dihindarkan. Pemakaian alat-alat berat selain cepat selesai, juga pada beberapa hal pekerjaannya lebih rapih, misalnya pada pekerjaan pemadatan dan lain sebagainya.

Tetapi tak boleh dilupakan adalah ekonomi dari pekerjaan itu sendiri apakah pembelian alat-alat berat akan lebih murah ?

Untuk pekerjaan yang waktu penyelesaiannya lama misalnya 3 sampai 5 tahun, membeli alat-alat berat menguntungkan, apalagi apabila harapan mendapat pekerjaan selanjutnya dapat diandalkan. Untuk pekerjaan yang waktu penyelesaiannya kurang dari satu tahun, membeli alat-alat berat untuk mengerjakan pekerjaan pembangunan adalah tidak ekonomis karena uang modal akan tertumpuk didalam alat-alat berat yang mahal harganya itu, kecuali bila sudah dipastikan akan dapat pekerjaan selanjutnya bila proyek sudah selesai. Menyewa alat-alat adalah lebih baik bila waktu penyelesaian proyek relatif singkat.

Sekarang ini sudah banyak perusahaan-perusahaan yang khusus menyewakan alat-alat berat dengan operatornya seperti PT First Indonesian Plant Hire (FIPH), PT UNITED TRACTOR dan lain-lain.

Tetapi kadang-kadang alat itu tidak dapat diperoleh pada waktunya atau jenis yang diperlukan tidak ada.

Tetapi di Indonesia kadang-kadang proyek-proyek dianjurkan memakai tenaga buruh, maksudnya untuk memberi pekerjaan dan menambah penghasilan kepada penduduk setempat, atau ditentukan bahwa pekerjaan-pekerjaan yang dapat dikerjakan dengan tenaga buruh dilarang memakai alat-alat berat.

Karena alat-alat berat pada saat ini kebanyakan belum dibikin di Indonesia maka terpaksa harus dibeli dari luar negeri misalnya dari Amerika, Jepang, Jerman barat, Perancis dan lain sebagainya.

Untuk pelaksanaan-pelaksanaan yang mengerjakan proyek-proyek pemerintah biasanya diberikan keringanan pajak dan bea masuk, bila mendatangkan alat-alat berat dari luar negeri.

Bila kita meminta penawaran harga alat-alat berat dari para agen yang menjual alat-alat berat tersebut, biasanya mereka menawarkan dengan harga FOB (FOB price) atau harga CIF (CIF price) atau juga harga C & F (C & F price) atau Full Landed Cost. Arti dari pada singkatan-singkatan itu adalah sebagai berikut :

FOB = Freight On Board, artinya harga alat berat sampai dinaikkan diatas kapal untuk dibawa ke Indonesia.

CIF = Cost Insurance and Freight, artinya selain harga alat berat itu sendiri termasuk assuransi angkutan laut atau udara dan termasuk biaya angkutan.

Sedang C & F artinya Cost and Freight tidak termasuk assuransi

Jadi harga-harga diatas belum termasuk pajak dan bea masuk.

Full landed Cost = Harga alat berat setelah sampai di Indonesia, artinya semua sudah dibayar termasuk assuransi, angkutan, bea masuk, pajak dan lain-lain.

Pelaksana-pelaksana biasanya dianjurkan memakai harga alat-alat berat yang " Full Landed Cost " pada penawaran-penawaran mereka.

Biaya-biaya yang harus dibayar agar harga CIF menjadi harga Full landed Cost ialah Bea Masuk , MPO, PPN, Adminstrasi dan marge importir.

Kira-kira biaya-biaya ini sebesar antara 1,3 sampai 1,3649 kali harga CIF.

Belum termasuk sewa gudang dipelabuhan, jasa EMKL yang mengurus pengeluaran barang, ongkos bongkar dan pengangkutan ke tempat pekerjaan.

Perlu di ingat bahwa harga 1,3649 CIF adalah bagi proyek-proyek pemerintah dimana bea masuk mendapat keringanan 50%.

Agar mendapat bayangan berapa besar bea-bea tersebut dibawah ini disajikan beberapa ongkos yang harus dikeluarkan untuk import alat berat pada tahun 1979.

2 Unit Tracktor MF 285	– CIF price US $ 36.874,–	
	=	Rp. 20.546.200,–
	– PPN	Rp. 1.106.545,94
	– MPO	Rp. 624.606,–
	– Bea masuk	Rp. 2.054.625,–
	– Marge importir	Rp. 309.673,–
	– Angkutan 400 km & Sewa gudang	Rp. 22.072,35/ton

dapat dihitung berapa % bea-bea tersebut diatas dari harga CIF.

Local Component dan Foreign component, harga alat berat import :

Pembiayaan dapat dibagi menjadi 2 bagian; yaitu

1.Pembiayaan dengan uang local (local component) :

Pembiayaan cukai	1,65% CIF.
Bea masuk rata-rata	30,75% CIF.
Biaya pelabuhan	4,09% CIF.
Jumlah	36,49% CIF.

jadi biaya total 1,00 CIF + 36,49%CIF = 1,3649 CIF.

$$\text{Local component} = \frac{0,3649\ \text{CIF}}{1,3649\ \text{CIF}} \times 100\% = 27\%$$

$$\text{Foreign Component} = \frac{1,00}{1,3649}\ \text{CIF} \times 100\% = 73\%$$

Juga diketahui bahwa 1,3649 CIF = 1,4126 FOB, tetapi hal-hal semacam ini dapat saja berubah sewaktu sewaktu sesuai dengan kebijaksanaan pemerintah.

Menghitung biaya sewa alat berat :

Untuk menentukan sewa alat harus diketahui usia pakai dari alat-alat yang akan digunakan.

Biasanya usia traktor dan bulldozer diambil 5 tahun atau 10.000 jam kerja. Kendaraan ringan diambil usia 2 tahun, kendaraan sedang 3 tahun, kendaraan berat diambil 5 tahun.

Panjang atau pendeknya usia sama sekali tergantung dari " caranya pemeliharaan " alat-alat tersebut, karena itu montir-montir yang akhli dan dididik khusus untuk alat-alat yang bersangkutan harus diadakan.
Biasanya perusahaan-perusahaan penjual alat-alat berat mengadakan kursus-kursus, latihan untuk pemeliharaan bagi para pembelinya.
Untuk alat berat yang usianya 5 tahun maka, baik kondisi atau harganya akan turun setiap tahun sebanyak 20% yang dinamakan depreciation rate 20% .
Biasanya para kontraktor dalam penawaran harga, ada yang dapat memperpanjang usia dari pada alat-alat berat tersebut berdasarkan pengalaman dalam pemakaian alat itu, dengan demikian sewa dari pada alat akan jatuh lebih murah dan kemungkinan memenangkan tender lebih besar.
Pada tabel 8 – 1 disajikan daftar usia dari alat-alat berat dan lain-lain yang digunakan untuk perhitungan depresiasi yang dikeluarkan oleh US Bureau of Internal Revenue.

Lamanya pemesanan dan harga alat berat :

Lamanya pemesanan alat keluar negeri biasanya sekitar 3 sampai 6 bulan .
Harga alat berat sangat berlainan meskipun keduanya mempunyai kapasitas yang sama bila kita bandingkan produk dari 2 pabrik yang berlainan .
Ada alat berat yang harga pembeliannya mahal tapi pemeliharaannya sangat mudah dan harga suku cadangnya relatif murah, tapi ada juga alat berat yang harga pembeliannya murah, namun pemeliharaannya sukar dan harga suku cadangnya mahal. Jadi dalam pemilihan alat-alat berat ini memerlukan ketelitian memilih mana yang lebih sesuai untuk kita, sama seperti kita membeli kendaraan bermotor.
Perhitungan sewa bermacam-bermacam jenis alat berat :
Pada Daftar isian untuk menghitung sewa alat berat, Form 8 – 2, diuraikan cara menghitung sewa alat-alat berat berikut keperluan suku cadang, minyak-minyak pelumas dan bahan bakar, operator dan harga sisa.
Harga-harga alat berat adalah perkiraan harga pada tahun 1978, yang dianggap saja masih dapat dipakai sampai saat ini.
Tetapi perlu diingat bahwa untuk menghitung sewa alat berat ini sangat sukar untuk mencapai ketelitian yang sempurna, kerena banyaknya pengaruh setempat. Dan alat berat yang sejenis bila dipakai ditempat

Tabel 8 – 1 :

Jenis alat	Usia th
1. Kerdaraan bermotor : ringan	2
sedang	3
berat	5
2. Truck : biasa atau dump truck :	
ringan	3
sedang	5
berat	8
3. Traktor	5
4. Alat penakar (batcher plant)	10
5. Alat pembengkok : besi pipih	5
besi siku	15
pipa	10
6. Boiler : tegak	7
Lokomotip	15
7. Alat-alat bor, testing	10
8. Pemecah batu, tenaga angin	3
9. Kabel baja	4
10. Cement gun machine	4
11. Kompressor :	
listrik, portable	8
bahan bakar, portable	6
diatas truck dengan motor	5
12. Mesin pengaduk beton :	
Dengan listrik	5
Dengan bensin : ringan	3
sedang	4
berat	5
Diatas truck	5
13. Conveyors : ban berjalan	
Portable	3
Statsionair	6
14. Keran (Crane)	
listrik : 2,5 ton -- 5 ton	5
10 ton – 15 ton	7
20 ton atau lebih	9
15. Bahan bakar : 2,5 ton – 5 ton	5
10 ton – 15 ton	9
20 ton atau lebih	12
16. Rock crusher (pemecah batu)	
Portable	8
Statsionair	10
17. Alat pemotong besi pipih	5
18. Derek : kapal	
Berputar dengan tangan	5
Berputar dengan mesin	10
19. Dragline :	
listrik : kecil (0,5 m^3)	6
sedang (1 m^3)	8
besar (1,5 m^3), lebih	10
Bahan bakar : kecil	5
sedang	9
besar	12
20. Dredger : Clamshell	16
Dipper	8
Pipa	10
21. Drill : listrik	3
Jackhammer	3
22. Excavator :	
Dengan kabel	4
Lobang galian, bahan bakar 2 m sampai 3,60 m dalamnya	6
5,40 m	8
Trencher, vertikal	5
Ladder type atau wheel	5
23. Alat pemadam kebakaran	3
24. Kipas pengisap angin	15
23. Cetakan :	
Beton, dengan metal	5
jalan beton, dengan metal	4
25. Generator :	
Mesin uap	12
Lampu-lampu sorot	4
26. Grader :	
2 m a 2,50 m, blade	4
2,70 m a 3 m, balde	5
lebih dari 3 m	8
27. Gurinda : Permukaan logam	15
Permukaan beton	4
28. Palu : listrik	3
Dengan angin	
untuk paku keling	3
29. Alat-alat selam & pakaiannya	10
30. Alat pengangkat (Hoist)	
dengan rantai	6
dengan listrik	8
dengan menorail	5
31. Selang (Hose) : kebakaran	5
air, uap, udara	10
oli	5
32. Dongkrak hidrolis	8
33. Loader, bucket :	
dengan roda rantai	5
Statsionair	6
34. Pengaduk mortar (mixers) :	
kecil 0,25 m^3	6
diatas 0,25 m^3	8
35. Motor :	
AC dan DC, besar	12
sedang	10
kecil	8
36. Shovel : tenaga listrik & bahan bakar, roda rantai atau ban karet ;	
0,5 m^3	5
1,0 m^3	6
1,5 m^3 dan lebih	8
37. Alat semprot cat	12
38. Spreader, untuk batu pecah	5
39. Mesin pemadat dengan angin	3
40. Mesin-mesin pemadat	10
41. Tanki ; bensin	6
Air atau udara	10
42. Alat pembuat draad pipa, pemotong pipa	10
43. Terpal dan tenda	3
44. Trailer, heavy duty	5
45. Truck : kecil	3
sedang	5
besar 1.5 m^3 atau lebih	8
46. Alat-alat las	10
47. Kereta dorong (wheel barrow)	2
48. Kabel-kabel listrik	6
49. Gudang-gudang (bangunan)	67
50. Pipa-pipa baja	30

yang berbeda, misalnya didaerah yang tanahnya tanah lempung dan di daerah yang tanahnya berbatu-batu dan abbrasive, akan berbeda schedule pemeliharaannya. Juga ketrampilan operatornya mempunyai pengaruh besar kepada mesinnya.
Oleh karena hal-hal diatas maka setiap pabrik alat-alat berat membuat tabel-tabel dan grafik-grafik sendiri untuk alat buatannya masing-masing Karena alat yang sejenis yang dibuat oleh pabrik yang berlainan akan berbeda kemampuan dan kebolehannya.
Karena itu penulis anjurkan, bila membeli sebuah alat berat dari sebuah pabrik mintalah keterangan selengkap-lengkapnya agar perhitungan sewa alat, pemeliharaan dan pemakaiannya sebaik mungkin.
Rumus secara kasar untuk menghitung sewa alat berat disajikan dibawah ini :

1. Hitung usia alat berat (dari tabel), misalnya 5 tahun = 10.000 jam kerja. Jadi depresiasi tahunan = 20%.

2. Hitung ongkos depresiasi setiap jam :

$$\frac{\text{Harga alat berat (Full landed price)}}{10.000}$$

3. Biaya pemeliharaan tiap tahun :
   Ongkos reparasi = 12% – 17,5% x Full landed price
   Ongkos suku cadang = 6,75% – 8,75% x Full landed price
   Jadi biaya pemeliharaan per jam :

$$\frac{\text{18,75\% – 26,25\% x Full landed price}}{\text{2.000 jam kerja per tahun}}$$

4. Biaya operasi alat berat per jam
   Ongkos bahan bakar = 12% – 15% x HP x Harga bahan bakar
   Onkos pelumasan dan lain-lain = 2,5% – 3% x HP x Harga oli
5. Biaya operator :
   1. Upah operator per jam
   2. Upah kenek per jam
6. Biaya sewa alat berat adalah penjumlaan dari ke 5 hal tersebut diatas.

Perhitungan sewa alat berat lebih teliti :
Perhitungan sewa yang diuraikan dibawah ini adalah cara yang disarankan oleh Caterpillar. Dilakukan dalam Form 8 – 2 yang sudah tinggal mengisi data-datanya.
Perhitungannya tidak lepas dari penggunaan tabel-tabel (dilampirkan). Juga untuk usia alat diberikan tabel yang khusus dari setiap pabrik

(Tabel 8 – 3 untuk alat buatan Caterpillar, tetapi dapat berlaku umum).
Caranya pemakaian tabel-tabel adalah sebagai berikut (lihat juga contoh di Form 8 – 2) :

1. Setelah diketahui type alat misalnya untuk Trackdozer D6D dicari usianya yang sesuai, ada pemakaian ringan, sedang dan berat, karena itu pada tabel dibagi daerah A, B atau C. (8 – 3)
2. Kemudian cari faktor suku bunga (Multiplier factor) dari Tabel 8 – 4, bila diketahui total suku bunga untuk : pinjaman, pajak dan assuransi sebesar 20% maka F = 0,06
3. Maka dari kedua hal diatas dapat dihitung ongkos depresiasi tiap jamnya dan juga besarnya suku bunga setiap jam
4. Untuk biaya opersi lihat Tabel 8 – 5, dimana keperluan bahan bakar diketahui : Untuk track- type tractor model D6D didapat = 19,7 l / jam, bila dianggap jenis pekerjaan sedang (medium)
5. Pada tabel 8 – 6 dihitung keperluan pelumas-pelumas terlihat untuk D6D keperluan pelumas sebagai berikut :

Crankcase	– 0,15 l/ jam
Transmisi	– 0,08 l / jam
Final drive	– 0,04 l / jam
Hidrolik	– 0,08 l / jam
Gemuk	– 0,02 kg/jam

   Harga-harga pelumas dan bahan bakar tentunya harga-harga lokal di Indonesia.
   Kemungkinan harga-harga ini lebih tinggi dari harga resmi apabila tempat pekerjaan didaerah terpencil, karena memerlukan angkutan.
6. Untuk ongkos filter dapat dilihat pada tabel 8 – 7 dimana harga-harganya dapat diketahui dari agen penjual sedang faktor pengaliannya untuk D6D didapat sebesar 0,36.
   Jadi biaya filter, harga diperkirakan US $ 0,24 / jam:
   Maka biaya = 0,36 x US $ 0,24 x RP. 625,– x 1,5 = Rp. 70,20 / jam
   Harga US $ 0,24 adalah harga di Amerika jadi bila didatangkan dari luar negeri harus ditambah pajak, MPO dan lain-lain diperkirakan 1,5 x harga aslinya
7. Untuk biaya ban karet, dipergunakan GRAPH 8 – 9, dimana dapat diketahui umurnya, bila pemakaian ringan, sedang atau berat dengan

dibagi dalam zone A, zone B dan zone C.

Terlihat pada contoh perhitungan (Form 8 – 2) untuk wheel loader 930 dimana pemakaian didaerah tidak berbatu-batu tajam (zone A) didapat umur = 2.500 jam. Biaya ban dipisahkan dari depresiasi karena lebih baik dihitung sendiri mengingat seringnya ban diganti.

Untuk roda rantai seperti pada contoh (Form 8 – 2) : untuk Track-dozer D6D : dipakai Tabel 8 – 10, diperoleh sebagai berikut :

faktor Basis = 5

I = 0,3 (tergantung keadaan setempat)

A = 0,2 (tergantung keadaan setempat)

Z = 0,5 (tergantung keadaan setempat)

Untuk daerah berbatu-batu dan gesekan roda rantai dengan batu-batu sangat besar keausannya maka dipakai I = 0,3 dan A = 0,4

Jadi biaya roda rantai :

(I + A + Z) x Basis faktor x Rp. 625,– x 1,5

= (0,3 + 0,2 + 0,5) x 5 x Rp. 625,– x 1,5 = Rp. 4.687,50 / jam. Karena harga pada basis faktor adalah harga di Amerika maka untuk di Indonesia bila didatangkan dari luar negeri harus ditambah pajak dan MPO dan lain-lain diperkirakan sebesar 1,5 x harga asalnya.

Jadi harga alatnya tidak dikurangi harga roda rantainya, tetapi untuk biayanya diperhitungkan tersendiri, karena roda rantai dianggap sebagai barang yang harus sering diganti.

8. Nilai sisa, tergantung dari niat pemakainya sendiri, bila sesudah dipakai 2½ tahun alat berat hendak dijual maka nilai sisa dapat bernilai 50%. Sedang bila dipakai sampai 5 atau 6 tahun nilai sisa dapat menjadi 10% atau kurang bila dijual per kg berat alat.

Perhitungan cara kasar :

Untuk membandingkan hasilnya maka dihitung dengan memakai rumus rumus yang diterangkan dimuka :

a. Track dozer D6D, 140 HP Carterpillar :

1. Depresiasi tahunan 20%. Usia alat 5 tahun = 10.000 jam atau 2.000 jam / tahun

2. Harga depresiasi = $\frac{\text{Rp. } 44.178.822,–}{10.000 \text{ jam}}$ = Rp. 4.417,88 / jam

3. Biaya pemeliharaan per jam :

$$\text{Reparasi} = \frac{18,75\% \text{ sampai } 26,25\% \text{ x Rp. } 44.178.822,–}{2.000}$$

= Rp. 4.141,76 / jam sampai Rp. 5.798,47 / jam

BIAYA OPERASI ALAT BERAT — **FORM 8 – 2**

No				URAIAN BIAYA	BIAYA / JAM
1	JENIS ALAT : WHEEL LOADER 930, 100 H P, CATERPILLAR :				
2	HARGA ALAT (FULL LANOED COST) :			Rp. 47.605.033.–	
3	DIKURANGI BIAYA BAN			Rp. 4.225.000,–	
4	DIKURANG NILAI SISA (10% HARGA ALAT)			Rp. 4.760,503,30	
5	HARGA DEPRESIASI BERSIH (NET VALUE FOR DEPRECIATION)			Rp. 38.619.529,70	
6	USIA ALAT : 5 TAHUN, 10.000 JAM				
7	SUKU BUNGA / TAHUN : 15%; PAJAK : 3%; ASSURANSI : 2%				
8	FAKTOR PENGALIAN, UNTUK SUKU BUNG, PAJAK, ASSURANSI : 0,06 (TABEL)				
9	BIAYA PEMILIKAN (OWNING COST)				
	1. DEPRESIASI = $\frac{\text{HARGA DEPRESIASI BERSIH}}{\text{USIA ALAT JAM}} = \frac{\text{Rp. } 38.619.529,70}{10.000}$			Rp. 3.361,95	
	2. SUKU BUNGA, PAJAK, ASS. = $\frac{\text{FAKTOR x HARGA ALAT}}{\text{JAM PEMAKAIAN / TAHUN}} = \frac{0,06 \text{ x Rp. } 47.605.033,–}{2.000}$			Rp. 1.428,15	
	BIAYA PEMILIKAN TIAP JAM				Rp. 5.290,10
10	BIAYA OPERASI				
	FILTER / BAHAN BAKAR / OLI	PEMAKAIAN LITER / JAM	HARGA SATUAN		
	1. SOLAR / BENSIN	14,00	Rp. 75,-	Rp. 1.050,–	
	2. PELUMAS				
	MESIN	0,11	Rp. 600,–	Rp. 66,–	
	TRANSMISI	0,04	Rp. 600,–	Rp. 24,–	
	FINAL DRIVE	o,o8	Rp. 600,–	Rp. 48,–	
	HIDROLIK	0,15	Rp. 800,–	Rp. 120,–	
	GREASE	0,01	Rp. 2.000,–	Rp. 20,–	
	3. FILTER	0,3 x Rp. 195,–	Rp. 5,–	Rp. 58,50	
	4. BIAYA BAN = $\frac{\text{BIAYA PENGGANTIAN BAN}}{\text{UMUR BAN DALAM JAM}} = \frac{\text{Rp. } 4.225.000,–}{2.500}$			Rp. 1.690,–	
	5. BIAYA BAN RANTAI = (I + A + Z) x BASIS FAKTOR=			Rp.	
	6. BIAYA REPARASI = FAKTOR PERPANJANGAN USIA x FAKTOR BASIS REPARASI = 1 x 2,5 x 625 x 1,5			Rp. 2.343,75	
	7. BIAYA KHUSUS : PERLENGKAPAN			Rp.	
	JUMLAH BIAYA OPERASI				Rp. 5.420,25
	8. BIAYA OPERATOR : OPERATOR = Rp. 600,– / JAM ; KENEK = Rp. 200,– / JAM			Rp.	Rp. 800,–
	JUMLAH BIAYA SELURUHNYA PER JAM				Rp. 11.510,35
	DIBULATAN				Rp. 11.510,–

BIAYA OPERASI ALAT BERAT FORM 8 – 2

No		Pemakaian Liter / Jam	Harga Satuan	Uraian Biaya	Biaya / Jam
1.	JENIS ALAT : TRACK DOZER D 6 D, 140 H P, CATERPILLAR				
2.	HARGA ALAT (FULL LANOED COST) :			Rp. 49.037.580,–	
3.	DIKURANGI BIAYA BAN			Rp. ——	
4.	DIKURANGI NILAI SISA (10% HARGA ALAT)			Rp. 4.908.758,–	
5.	HARGA DEPRESIASI BERSIH (NET VALUE FOR DEPRECIATION)			Rp. 44.178.822,–	
6.	USIA ALAT : 5 TAHUN, 10.000 JAM				
7.	SUKU BUNGA / TAHUN : 15%; PAJAK : 3%; ASSURANSI : 2%				
8.	FAKTOR PENGALIAN, UNTUK SUKU BUNGA, PAJAK, ASSURANSI : 0,06 (TABEL)				
9.	BIAYA PEMILIKAN (OWNING COST)				
	1. DEPRESIASI = $\frac{\text{HARGA DEPRESIASI BERSIH}}{\text{USIA ALAT JAM}} = \frac{\text{Rp. 44.178.822,–}}{10.000}$			Rp. 4.417,88	
	2. SUKU BUNGA, PAJAK, ASS. = $\frac{\text{FAKTOR x HARGA ALAT}}{\text{JAM PEMAKAIAN / TAHUN}} = \frac{\text{0,06 x Rp. 49.087.580,–}}{2.000}$			Rp. 1.472,63	
	BIAYA PEMILIKAN TIAP JAM				Rp. 5.890,51
10.	BIAYA OPERASI (LIHAT TABEL-TABEL)				
	FILTER / BAHAN BAKAR / OLI	PEMAKAIAN LITER / JAM	HARGA SATUAN		
	1. SOLAR / BENSIN	19,70	Rp. 75,–	Rp. 1.477,50	
	2. PELUMAS				
	MESIN	0,15	Rp. 600,–	Rp. 90,–	
	TRANSMISI	0,08	Rp. 600,–	Rp. 48,–	
	FINAL DRIVE	0,04	Rp. 600,–	Rp. 24,–	
	HIDROLIK	0,08	Rp. 800,–	Rp. 64,–	
	GREASE (GEMUK)	0,02	Rp. 2.000,–	Rp. 40,–	
	3. FILTER	0,36 x Rp. 195,–	Rp.	Rp. 70,20	
	4. BIAYA BAN = $\frac{\text{BIAYA PENGGANTIAN BAN}}{\text{UMUR BAN DALAM JAM}}$ =			Rp. ——	
	5. BIAYA BAN RANTAI = (I + A + Z) x BASIS FAKTOR = (0,3 + 0,2 + 0,5) 5 x 1,5 x 625			Rp. 4.687,50	
	6. BIAYA REPARASI : FAKTOR PERPANJANGAN USIA x FAKTOR BASIS REPARASI = 1 x 3,3 x 1,5 x 625			Rp. 3.093,75	
	7. BIAYA KHUSUS : PERLENGKAPAN			Rp. ——	
	JUMLAH BIAYA OPERASI				Rp. 9.544,75
	8. BIAYA OPERATOR : OPERATOR = Rp. 600,– / JAM; KENEK = Rp. 200,– / JAM			Rp.	Rp. 800,–
	JUMLAH BIAYA SELURUHNYA PER JAM				Rp. 16.235,25
	DIBULATKAN				Rp. 16.235,–

4. **Biaya operator per jam :**
   Bahan bakar = 12% sampai 15% x 140 HP x Rp. 75,–
   = Rp. 1.260,– / jam sampai Rp. 1.575,– / jam
   Pelumas dan lain-lain :
   2,5% sampai 3% x 140 HP x Rp. 720,– = Rp. 2.520 / jam sampai Rp. 3.024,– / jam
   (Harga Rp. 720,– = harga rata-rata)

5. Operator diambil Rp. 800,– / jam berikut kenek.
   Jadi sewa alat tiap jam, D6D Cat :

	Minimum		Maximum
	Rp. 4.417,88		Rp. 4.417,88
	Rp. 4.141,76		Rp. 5.798,47
	Rp. 1.260,–		Rp. 1.575,–
	Rp. 2.520,–		Rp. 3.024,–
	Rp. 800,–		Rp. 800,–
Jmulah	Rp.13.139,64 / jam	Jumlah	Rp. 15.615,35 / jam

Jadi terlihat hasilnya berselisih $\frac{16.235 - 15.615,35}{16.235}$ x 100% = 3,82%

b. Wheel loader 930 100HP Cat.

1. Harga depresiasi = $\frac{\text{Rp. 42.844.529,70}}{10.000}$ = Rp. 4.284,45 / Jam

   (tidak dikurangi biaya ban)
2. Biaya pemeliharaan per Jam :

   Reparasi = $\frac{\text{18,75\% sampai 26,25\%}}{2.000}$ x Rp. 42.844.529,70

   = Rp. 4.016,67 / Jam sampai Rp. 5.623,34 / Jam
3. Biaya operasi per Jam :
   Bahan bakar : 12% sampai 15% x 100 HP x Rp. 75,–
   = Rp. 900,– / Jam sampai Rp. 1.125 / Jam
   Pelumas dan lain-lain : 2,5% sampai 3% x 100 HP x Rp. 720,–
   = Rp. 1.800,– / Jam sampai Rp. 2.160,– / Jam

4. Operator : Rp. 800,– / Jam berikut kenek
   Jadi sewa alat tiap Jam, type 930 Cat. :

	Minimum		Maximum
	Rp. 4.284,45		Rp. 4.284,45
	Rp. 4.016,67		Rp. 5.623,34
	Rp. 900,–		Rp. 1.125,–
	Rp. 1.800,–		Rp. 2.150,–
	Rp. 800,–		Rp. 800,–
Jumlah	Rp. 11.801,12	Jumlah	Rp. 13.992,79

Jadi terlihat hasilnya berselisih $\frac{11.510 + 11.801,12}{11.510}$ x 100% = 2,53%

dengan biaya sewa minimum.

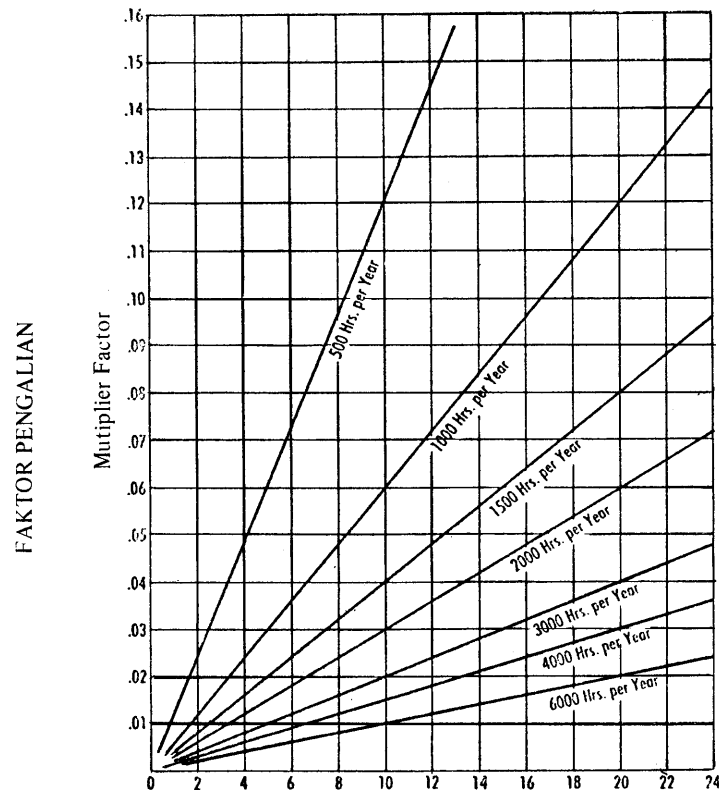
Kesimpulan yang dapat ditarik, maka pemakaian biaya sewa secara kasar harus dipergunakan sebijaksana mungkin, melihat perbedaan pada tractor beroda rantai 3,82% sedang pada wheel loader 2,53%

TABEL 8 – 3 PERKIRAAN USIA ALAT-ALAT BERAT

JENIS MESIN	Penggunan untuk pekerjaan ringan	Penggunaan untuk pekerjaan sedang	Penggunaan untuk pekerjaan berat
Craler type tractors	12.000 jam operasi : • menarik scraper • pertanian • penimbunan • pekerjaan ringan la-	10.000 jam operasi • Penggusuran tanah biasa • mendorong dan menggaruk(ripping) • kekerasan tanah : sedang	8.000 jam operasi • menggaruk pada tanah keras berbatu-batu • penggusuran pada daerah berbatu-batu • kekerasan tanah : sangat
Crawler type loaders	12.000 jam operasi : o memuat tanah gembur dari timbunan o jarang dilakukan pengangkutan dan belokan-belokan o material yang diangkut ringan	10.000 jam operasi : • menggali bukit • kadang-kadang memerlukan penggarukan(ripping • pekerjaan biasa yang kadang-2 memerlukan o-operasi dengan tenaga penuh	8.000 jam operasi : • memuat material berat seperti batu-2an,bijih-2 dari tambang • bekerja pada daerah berbatu-batu • menggaruk dalam waktu yang panjang
Self - Propelled scrapers	12.000 jam opearsi : o mengangkut pada jalan yang cukup baik tanpa kelandaian o pekerjaan memuat muda mudah dilakukan	10.000 jam operasi : o memuat dan mengangkut ber-macam-2 model material o pekerjaan pemindahan tanah normal dalam pekerjaan pembuatan jalan yang umum	8.000 jam operasi : o memuat batu-2an dari tanah yang telah digaruk,ada kemungkinan overload dan pengangkutan pada permukaan yang jelek
Towed scraper	14.000 jamo operasi :	12.000 jam operasi	10.000 jam operasi
Off-highway truck	16.000 jam operasi : o dimuat oleh loaders dengan kombinasi yang optimum dan mengangkut pada jalan yang permukaannya baik tanpa kelandaian	10.000 jam operasi : o dimuat dalam kondisi yang ber-macam-2 dan model yang bermacam-macam	8.000 jam operasi : o dimuat oleh loaders yang kebesaran,ada kemungkinan overload dan pengangkutan pada permukaan yang jelek
Motor Grader	15.000 jam operasi : o perawatan jalan,pembersihan salju dll. pada ukuran kecil atau untuk pekerjaan ringan banyak tanah-2 angkutan yang harus dipindahkan	10.000 jam operasi : o perawatan jalan mencakup hampir semua type operasi dari motor grader atau pekerjaan pemindahan salju secara sempurna	8.000 jam operasi : o perawatan jalan yang keras bagaikan telah dipadatkan o pekerjaan scarifier dari permukaan aspal atau beton o pekerjaan berat lainnya
Soil Compactor	12.000 jam operasi : o pekerjaan mendorong dan memadatkan tanah berpasir	10.000 jam operasi : o mendorong dan memadatkan pada tanah berpasir dab berbatu-batu	8.000 jam operasi : o mendorong dan memadatkan permukaan gravel dan berbatu-batu
Trash Compactor	12.000 jam operasi : o pembuangan sampah rumah tangga	10.000 jam operasi : o menghancurkan hasil kayu-kayuan yang kecil dan penyebaran tanah dan pemadatan	8.000 jam operasi : o menghancurkan barang-barang yang tidak terpakai,electrical parts mobil-2 rongsokan,sampah dll.dan pemadatan

TABEL 8 – 4 UNTUK MENGHITUNG SUKU BUNGA ASSURANSI DAN PAJAK SETIAP JAM

FAKTOR PENGALIAN

JUMLAH % SUKU BUNGA + ASSURANSI + PAJAK.

TABEL 8 – 5 PEMAKAIAN BAHAN BAKAR DAN PETUNJUK.FAKTOR BEBAN PEMAKAIAN US GAL / HR (LITER / JAM)

WHEEL LOADER FAKTOR BEBAN			
HP / MODEL	RENDAH	SEDANG	TINGGI
65 HP – 910	1.9 (7.2)	2.2 (8.3)	2.5 (9.5)
80 HP – 920	2.2 (8.3)	3.0 (11.4)	4.1 (15.5)
100 HP – 930	2.7 (10.2)	3.7 (14.0)	5.1 (19.5)
130 HP – 950	3.4 (12.9)	4.6 (17.4)	6.3 (23.6)
170 HP – 966C	4.5 (17.0)	6.2 (23.5)	8.4 (31.8)
270 HP – 980C	6.2 (23.4)	8.5 (32.2)	11.6 (43.9)
375 HP – 988B	9.6 (36.3)	13.2 (49.9)	18.0 (68.1)
690 HP – 992C	16.2 (61.3)	22.2 (84.0)	30.3 (114.7)

FAKTOR BEBAN :

TINGGI : BEKERJA TERUS MENERUS
SEDANG : SERING BERHENTI (IDLE)
RENDAH : BEKERJA RINGAN

MOTOR GRADER FAKTOR BEBAN			
HP / MODEL	RENDAH	SEDANG	TINGGI
125 HP – 120B	3.4 (12.8)	4.7 (17.8)	6.4 (24.2)
125 HP – 120G	3.2 (12.1)	4.4 (16.7)	6.0 (22.7)
135 HP – 130G	3.5 (13.2)	4.8 (18.2)	6.6 (25.0)
150 HP – 140 G	3.8 (14.4)	5.2 (19.7)	7.2 (27.3)
180 HP – 14G	4.3 (16.3)	6.0 (22.7)	8.1 (30.7)
250 HP – 16G	5.8 (22.0)	7.9 (29.9)	10.8 (40.9)

FAKTOR BEBAN :

TINGGI : GALI SEROKAN, MENYEBAR TIMBUNAN, MENGISI BAHAN PONDASI JALAN
SEDANG : PEMELIHARAAN JALAN, PEKERJAAN MENCAMPUR BAHAN JALAN
RENDAH : GRADING AKHIR, PEMELIHARAAN RINGAN, BERJALAN TANPA BEBAN

SKIDDER FAKTOR BEBAN			
120 HP – 518	1.8 (6.8)	2.2 (8.3)	4.0 (15.1)
175 HP – 528	2.7 (10.2)	4.0 15.1)	6.2 (23.4)

SKIDDER : ALAT UNTUK MENARIK KAYU LOG

TINGGI : KAYU SEBERAT 6.800kg
SEDANG : KAYU SEBERAT 6.800 kg TAPI TANAH RATA
RENDAH : KAYU SEBERAT LEBIH KECIL DARI 6.800 kg TANAH DATAR

WHEEL TRACTOR & Compactor FAKTOR BEBAN				
170 HP – 814	5.0 (18.9)	6.8 (25.7)	9.0 (34.1)	
300 HP – 824B	8.4 (31.8)	11.2 (42.4)	14.9 (56.4)	
170 HP – 815	6.5 (24.6)	9.1 (34.1)	10.8 (40.9)	– Compactor, Earth
300 HP – 825B	11.4 (43.2)	15.2 (57.5)	17.1 (64.7)	– Compactor, Earth
170 HP – 816	6.5 (24.6)	9.1 (34.1)	10.8 (40.9)	– Landfill Compactor
300 HP – 826B	11.4 (43.2)	15.2 (57.5)	17.1 (64.7)	– Landfill Compactor

FAKTOR BEBAN :

TINGGI : MENYODOK TANAH KERAS, MEMADAT BAHAN KASAR
SEDANG : PENGRATAAN BIASA, PEMADATAN BIASA
RINGAN : BANYAK DIAM (IDLE), ATAU BERJALAN TANPA BEBAN

TABEL 8 – 5 PEMAKAIAN BAHAN BAKAR & PETUNJUK FAKTOK BEBAN PEMAKAIAN DALAM US GAL / HR (LITER / JAM)

TRAKTOR RODA RANTAI			
	FAKTOR BEBAN		
HP / MODEL	RENDAH	SEDANG	TINGGI
62 HP – D3 & LGP	1.8 (6.8)	2.3 (8.7)	2.9 (11.0)
75 HP – D4E & LGP	2.2 (9.6)	2.9 (11.0)	3.6 (16.7)
105 HP – D58 & LGP	2.9 (10.9)	3.9 (14.8)	4.9 (18.5)
90 HP – D58 SA	3.5 (13.2)	4.6 (17.4)	5.8 (21.9)
140 HP – D6D & LGP	3.9 (14.8)	5.2 (19.7)	6.4 (24.2)
120 HP – D6D SA	4.6 (17.4)	6.1 (23.1)	7.6 (28.8)
200 HP – D7G & LGP	5.6 (21.2)	7.4 (28.0)	9.3 (35.2)
300 HP – D8K	8.1 (30.7)	10.8 (40.9)	13.5 (51.1)
410 HP – D9H	11.3 (42.8)	15.1 (57.2)	18.8 (71.2)
820 HP – DD9H	22.5 (85.2)	30.1 (113.9)	37.6 (142.3)
700 HP – D10	17.5 (66.2)	23.3 (88.2)	29.7 (112.4)

FAKTOR BEBAN :

TINGGI : PEMAKAIAN TERUS DENGAN GAS BESAR' TANPA BERHENTI

SEDANG : PENGRATAAN TANAH, MENARIK SECARA PER MENDORONG

RENDAH : BANYAK BERHENTI, ATAU BERJALAN TANPA BEBAN

ALAT PELETAK PIPA			
105 HP – 561D	1.2 (4.5)	1.8 (6.8)	2.3 (8.3)
200 HP – 571G	2.5 (9.5)	3.8 (14.4)	5.0 (18.9)
200 HP – 572G	2.5 (9.5)	3.8 (14.4)	5.0 (18.9)
300 HP – 583K	3.5 (13.2)	5.2 (19.7)	7.0 (26.5)
410 HP – 594H	5.0 (18.9)	7.5 (28.4)	10.0 (37.9)

FAKTOR BEBAN :

TERGANTUNG DARI BANYAKNYA WAKTU TERBUANG KARENA DIAM (IDLE)

EXCAVATOR			
	FAKTOR BEBAN		
HP / MODEL	RENDAH	SEDANG	TINGGI
85 HP – 215	2.4 (9.0)	3.4 (12.5)	4.5 (16.6)
135 HP – 225	4.5 (17.0)	5.0 (18.9)	6.0 (23.4)
195 HP – 235	7.9 (29.9)	8.8 (33.3)	10.4 (39.4)
325 HP – 245	9.5 (36.0)	11.1 (42.0)	14.3 (54.1)

FAKTOR BEBAN :

TINGGI : MENGGALI TANAH BERBATU-BERBATU, MENGGALI 90 – 95% DARI KERJA 1 HARI

SEDANG : MENGGALI TANAH BIASA, MENGGALI 60 – 85% DARI JAM KERJA 1 HARI

RENDAH : MENGGALI TANAH BERPASIR, MENGGALI 50% DARI WAKTU KERJA 1 HARI

FRONT SHOVELS			
	FAKTOR BEBAN		
	RENDAH	SEDANG	TINGGI
235 195 HP – Front Shovel	–	6.9 (26.1)	9.8 (37.1)
245 325 HP – Front Shovel	–	11.4 (43.1)	16.1 (60.9)

FAKTOR BEBAN :

TINGGI : MENGGALI TERUS MENERUS TANAH KERAS

SEDANG : SEWAKTU-SEWAKTU BERHENTI (IDLE)

RENDAH : PEKERJAAN RINGAN

CATATAN :

ALAT BERAT UKURAN KECIL : 100 HP KEBAWAH

ALAT BERAT UKURAN SEDANG : 100 – 175 HP

ALAT BERAT UKURAN BESAR ; 175 HP KEATAS

TABEL 8 – 5 PEMAKAIAN BAHAN BAKAR DAN PETUNJUK PEMAKAIAN FAKTOR BEBAN PEMAKAIAN US GAL / HR (LITER / JAM)

WHEEL TRACTOR			
UNTUK MENARIK	FAKTOR BEBAN		
HP / MODEL	RENDAH	SEDANG	TINGGI
150 HP – 613B	3.7 (14.0)	4.9 (18.5)	6.1 (23.1)
330 HP – 621B	8.6 (32.6)	11.4 (43.2)	14.3 (54.1)
330 HP – 623B	8.6 (32.6)	11.4 (43.2)	14.3 (54.1)
450 HP – 627B	12.6 (47.7)	16.8 (63.6)	21.0 (79.5)
450 HP – 631D	11.9 (45.0)	15.8 (60.0)	19.8 (75.0)
450 HP – 633D	11.9 (45.0)	15.8 (60.0)	19.8 (75.0)
705 HP – 637D	18.7 (71.0)	24.9 (94.0)	31.3 (119.0)
550 HP – 641B	14.3 (54.1)	19.0 (71.9)	23.8 (90.1)
550 HP – 651B	14.3 (54.1)	19.0 (71.9)	23.8 (90.1)
950 HP – 657B	24.8 (93.8)	33.1 (125.3)	41.4 (156.7)

FAKTOR BEBAN :

TINGGI : BEKERJA TERUS DAN MEDAN BERAT

SEDANG : DIPAKAI PADA PEKERJAAN JALAN.

RENDAH : PEMAKAIAN BIASA, MEDAN BAIK DAN RATA.

TRACK TYPE LOADER			
	FAKTOR BEBAN		
HP / MODEL	RENDAH	SEDANG	TINGGI
62 HP – 931	2.1 (7.9)	2.4 (9.1)	2.7 (10.1)
80 HP – 941B	2.4 (9.1)	3.4 (12.9)	4.6 (17.4)
95 HP – 951C	2.9 (11.0)	4.2 (15.9)	5.1 (19.3)
130 HP – 955L	3.9 (14.8)	5.7 (21.6)	7.0 (26.5)
190 HP – 977L	5.0 (18.9)	7.4 (28.0)	9.0 (34.1)
275 HP – 983	7.8 (29.5)	11.3 (42.8)	13,8 (52.2)

FAKTOR BEBAN :

TINGGI : BEKERJA TERUS MENERUS

SEDANG : ADA WAKTU ISTIRAHAT

RENDAH : BANYAK ISTIRAHAT

TRUCK LAPANGAN & TRAKTOR				
	FAKTOR BEBAN			
HP / MODEL	RENDAH	SEDANG	TINGGI	
450 HP – 769C	6.5 (24.6)	9.0 (34.0)	12.9 (48.8)	TRUCK
600 HP – 773	6.3 (23.8)	9.6 (36.3)	13.0 (49.2)	TRUCK
870 HP – 777	9.0 (34.0)	13.5 (51.1)	18.0 (68.1)	TRUCK
450 HP – 768C	6.5 (24.6)	9.5 (34.5)	12.9 (48.8)	TRAKTOR
600 HP – 772	12.9 (48.8)	16.4 (62.0)	20.1 (76.0)	TRAKTOR
870 HP – 776	17.7 (67.0)	22.7 (86.0)	27.8 (105.2)	TRAKTOR

FAKTOR BEBAN :

TINGGI : PENGISIAN CEPAT DENGAN BAN BERJALAN ATAU HOPPER, MEDAN BERAT

SEDANG : PENGISIAN BIASA, JALAN BIASA

RENDAH : JALAN BAIK, BEBAN TIDAK KASAR ATAU BANYAK DIAM

TABEL 8 – 6 PEMAKAIAN PELUMAS PER JAM

	Crankcase			Transmission			Final Drives			Hydraulic Control			Grease	
	U.S. Gal	Imp Gal	litre	U. S. Gal	Imp Gal	litre	U. S. Gal	Imp Gal	litre	U. S. Gal	Imp Gal	litre	L.b.	Kg
D3 & D3 LGP	.02	.02	.08	.01	.01	.04	.010	.010	.04	.01	01	.04	.04	.02
D4E & D4E SA & D4E LGP	.02	.02	.08	.01	.01	.04	.010	.010	.04	.01	.01	.04	.05	.02
D5B & D5B SA & D5B LGP	.03	.03	.11	.01	.01	.04	.010	.010	.04	.02	.02	.08	.05	.02
D6D & D6D SA & D6D LGP	.04	.03	.15	.02	.02	.08	.010	.010	.04	.02	.02	.08	.05	.02
D7G	.04	.03	.15	.03	.03	.11	.020	.020	.08	.03	.03	.11	.05	.02
D8K	.07	.06	.27	.03	.03	.11	.020	.020	.08	.03	.03	.11	.05	.02
D9H	.09	.08	.34	.03	.03	.11	.020	.020	.08	.04	.03	.15	.05	.02
DD9H	.18	.15	.68	.06	.05	.23	.040	.030	.15	.04	.03	.15	.10	.05
D10	.23	.19	.87	.06	.06	.23	.003	.003	.01	.05	.04	.19	.03	.01
561D	.02	.02	.08	.01	.01	.04	.010	.010	.04	.01	.02	.04	.07	.03
571G	.04	.03	.15	.03	.03	.11	.020	.020	.08	.01	.01	.04	.07	.03
572G	.04	.03	.15	.03	.03	.11	.020	.020	.08	.01	.01	.04	.07	.03
583K	.05	.04	.19	.03	.03	.11	.020	.020	.08	.01	.01	.04	.07	.03
594H	.07	.06	.27	.03	.03	.11	.020	.020	.08	.01	.01	.04	.07	.03
931, 931 LGP	.02	.02	.08	.01	.01	.04	.020	.020	.08	.02	.02	.08	.02	.01
941B	.03	.03	.11	.01	.01	.04	.020	.020	.08	.04	.03	.15	.03	.01
951C	.03	.03	.11	.01	.01	.04	.020	.020	.08	.04	.03	.15	.03	.01
955L	.04	.04	.15	.02	.02	.11	.010	.010	.04	.01	.01	.04	.02	.01
977L	.06	.06	.23	.03	.03	.11	.020	.020	.08	.02	.02	.08	.02	.01
983	.12	.10	.45	.02	.02	.08 *	.020	.020	.08	.05	.04	.19	.05	.02
910	.02	.02	.08	.01	.01	.04	.020	.020	.08	.04	.03	.15	.02	.01
920	.03	.03	.11	.01	.01	.04	.020	.020	.08	.04	.03	.15	.03	.01
930	.03	.03	.11	.01	.01	.04	.020	.020	.08	.04	.03	.15	.03	.01
950	.03	.03	.11	.01	.01	.04	.020	.020	.08	.04	.03	.15	.03	.01
966C	.10	.08	.37	.02	.02	.08	.020	.020	.08	.04	.03	.15	.04	.02
980C	.10	.08	.37	.02	.02	.08	.020	.020	.08	.04	.03	.15	.04	.02
968B*	.14	.12	.53	.02	.02	.08	.020	.020	.08	.05	.04	.19	.05	.02
992C*	.19	.16	.72	.06	.05	.23	.080	.070	.30	.10	.08	.37	.10	.05
215	.05	.04	.19	–	–	–	.010	.010	.04	.12	.10	.45	.05	0.2
225	.05	.04	.19	–	–	–	.010	.010	.04	.14	.12	.53	.05	.02
235	.10	.08	.37	–	–	–	.010	.010	.04	.14	.12	.53	.05	.02
245	.15	.12	.56	–	–	–	.020	.020	.08	.15	.12	.56	.05	.02
613B	.05	.04	.19	.02	.02	.08	.030	.030	.11	.02	.02	.08	.08	.04
621B	.03	.03	.11	.02	.02	.08	.020	.020	.08	.02	.02	.08	.03	,01
623B	.03	.03	.11	.02	.02	.08	.020	.020	.02	.03	.03	.11	.03	.01
627B	.06	.05	.23	.04	.04	.15	.030	.030	.11	.02	.02	.08	.04	.02
631D	.05	.04	.19	.03	.03	.11	.020	.020	.08	.02	.02	.08	.02	.01
633D	.05	.04	.19	.03	.03	.11	.020	.020	.08	.03	.03	.11	.02	.01
637D	.08	.07	.30	.05	.04	.19	.030	.030	.11	.02	.02	.08	.02	.01
641B	.19	.16	.72	.03	.03	.11	.050	.040	.19	.14	.12	.53	.10	.05
651B	.19	.16	.72	.03	.03	.11	.050	.040	.19	.14	.12	.53	.10	.05
657B	.33	.25	1.25	.06	.05	.23	.090	.080	.34	.14	.12	.53	.10	.05
120B	.02	.02	.08	.02	.02	.08	.010	.010	.04	.01	.01	.08	.08	.04
120G	.03	.03	.11	.02	.02	.08	.010	.010	.04	.01	.01	.04	.02	.01
130G	.03	.03	.11	.02	.02	.06	.010	.010	.04	.01	.01	.04	.02	.01
12G	.02	.02	.08	.02	.02	.08	.010	.010	.04	.01	.01	.04	.02	.01
140G	.05	.04	.19	.02	.02	.08	.010	.010	.04	.01	.01	.04	.02	.01
14G	.05	.04	.19	.04	.05	.19	.020	.020	.06	.01	.01	.04	.02	.01
16G	.11	.09	.42	.05	.06	.20	.020	.020	.08	.02	.02	.08	.02	.01
814	.08	.07	.30	.01	.01	.04	.030	.030	.11	.02	.02	.08	.06	.03
815	.08	.07	.30	.01	.01	.04	.030	.030	.11	.02	.02	.08	.06	.03
816	.08	.07	.30	.01	.01	.04	.030	.030	.11	.02	.02	.08	.06	.03
824B	.11	.09	.42	.02	.02	.08	.020	.020	.06	.03	.03	.11	.10	.05
825B	.11	.09	.42	.02	.02	.08	.020	.020	.08	.03	.03	.11	.10	.05
826B	.11	.09	.42	.02	.02	.08	.020	.020	.08	.03	.03	.11	.10	.05
769C, 768C	.10	08	.37	06	.05	.23	.010	.010	.04	.03	.03	.11	.10	.05
773, 772	.19	.16	.72	.03	.03	.11	.050	.040	.19	.14	.12	.53	.10	.05
777, 776	.23	.19	.87	.09	.07	.34	.080	.070	.34	.18	.15	.68	.11	.06
518	.04	.04	.15	.02	.02	.11	.030	.030	.11	.05	.04	.19	.09	.04
528	.05	.06	.19	.03	.03	.11	.040	.040	.15	.07	.05	.26	.12	.05

* Termasuk ban khusus (beadless tire) Bila bekerja di daerah berdebu, lumpur atau air tambah angka-angka diatas dengan 25%.

TABEL 8 – 7 PETUNJUK PEMAKAIAN FILTER PER JAM
CARANYA : TABEL DI ATAS DIISI HARGA-HARGA SETEMPAT SEHINGGA DIPEROLEH INDEX BASIS BIAYA FILTER
JADI :
FAKTOR PENGALIAN x INDEX BASIS BIAYA FILTER = BIAYA FILTER PER JAM

NOMOR SUKU CADANG	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	USIA JAM	BIAYA LOCAL PER JAM
1P2299 2 (disposable)	________	________	2.000	________
8S5820 3 (disposable)	________	________	1.000	________
1S9150 2 (disposable)	________	________	1.000	________
1P8483 1	________	________	1.000	________
1P8482 1	________	________	2.000	________
9J750 1 (disposable)	________	________	500	________
5S483 2 (disposable)	________	________	250	________
4J6054 2 (disposable)	________	________	250	________
				Total = Basic Filter Cost Index [INDEX BASIS BIAYA FILTER]

FAKTOR PENGALIAN

D3 & D3 LGP	.28
D4E & D4E SA & D4E LGP	.29
D5B & D5B SA & D5B LGP	.32
D6D & D6D SA & D6D LGP	.36
D7G & D7G LGP	.39
D8K	.65
D9H	1.00
DD9H	2.00
D10	1.05
561D	.21
571G	.41
572G	.43
583K	.87
594H	1.03
613B	.52
621B	1.00
623B	1.00
627B	2.00
631D	1.36
633D	1.36
637D	2.12
641B	1.22
651B	1.22
657B	2.25
769C, 768C	.89
772, 773	1.02
777, 776	1.24

814, 815, 816	.59
824B, 825B, 826B	.88
910	.26
920	.30
930	.30
950	.35
966C	.43
980C	.58
988B*	.91
992C*	1.21
215	.51
225	.51
235 & FS	.59
245 & FS	.83
931	.26
941B	.32
951C	.36
955L	.41
977L	.55
983	.87
518	.45
528	.69
120B	.43
120G	.51
130G	.51
12G	.51
140G	.57
14G	.62
16G	.70

CATATAN :
Usia (jam) didasarkan kepada buku pemeliharan & pemakaian alat kecuali elemen pembersih udara & filter oli dimana diambil usia rata-rata.

TABEL 8 – 8 BIAYA KIRA-KIRA PER JAM DI USA UNTUK PELUMAS-PELUMAS, FILTER, GEMUK DAN MINYAK HIDROLIK

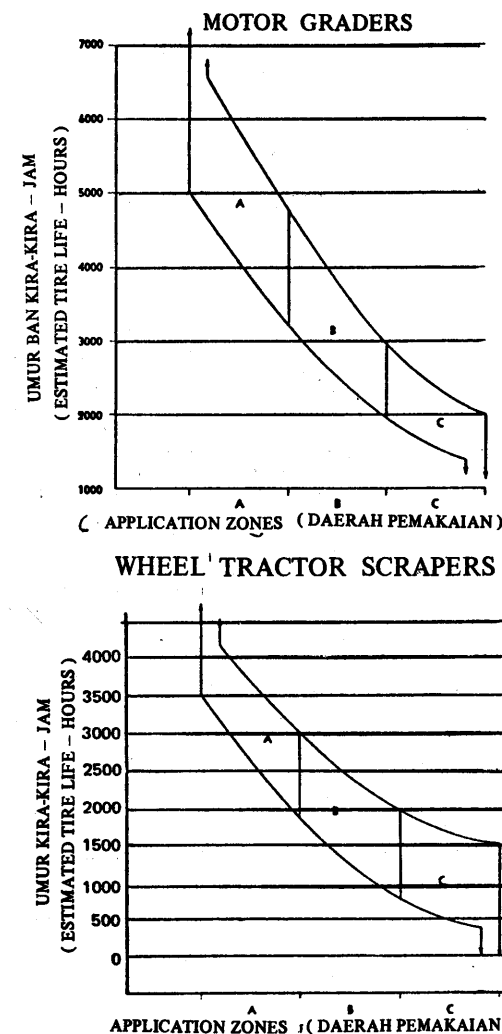
(Bila bekerja di lumpur yang dalam, air atau tempat berdebu jumlah di bawah dinaikkan dengan 25%)

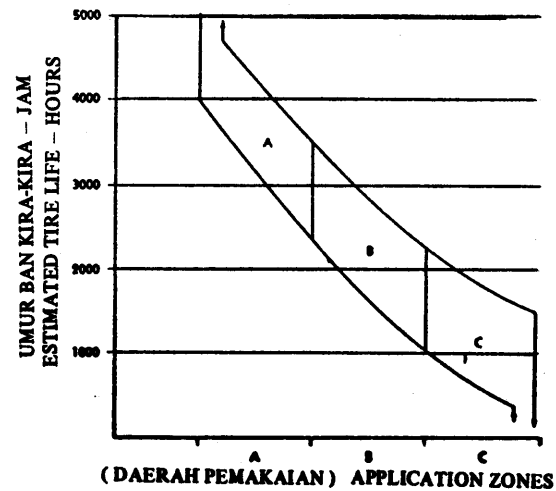
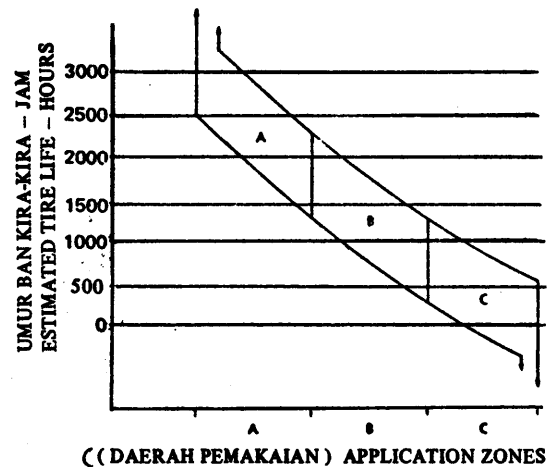
MODEL	BIAYA PER JAM
D3, D3 LGP	.13
D4E, D4E SA, D4E LGP	.13
D5B, D5B SA, D5B LGP	.18
D6D, D6D SA, D6D LGP	.24
D7G, D7G LGP	.29
D8K	.35
D9H	.43
DD9H	.86
D10	.80
561D	.13
571G	.24
572G	.24
583K	.29
594H	.34
931 & 931 LGP	.18
941B	.24
951C	.25
955L	.23
977L	.32
983	.50
910	.22
920	.24
930	.24
950	.25
966C	.37
980C	.43
988B	.57
992C	.78
215	.46
225	.68
235 & Front Shovel	.90
245 & Front Shovel	1.15

MODEL	BIAYA PER JAM
613B	.29
621B	.35
623B	.39
627B	.58
631D	.47
633D	.51
637D	.64
641B	.86
651B	.86
657B	1.35
120B	.10
120G	.17
130G	.18
12G	.18
140G	.24
14G	.29
16G	.38
814	.40
824B	.55
815	.40
825B	.55
816	.40
826B	.55
769C,768C	.48
773, 772	.89
777, 776	1.11
518	.39
528	.67

Untuk Traktor beroda rantai termasuk biaya oli dan filter untuk kontrol hidrolik

Harga-harga yang dipakai :
Oli @ US $ 1,50 / gallon (3,785 l)
Gemuk @ US $ 0,25 / lb (0,4536 gram)
Filter harga pasaran

TABEL 8 – 9 GRAFIK UNTUK MENAKSIR UMUR BAN

TIDAK BERLAKU BUAT BAN VULKANISIR.
PENGGUNAAN :
DAERAH A : AUS KARENA GESEKAN
DAERAH B : AUS PEMAKAIAN BIASA TAPI UMUR JADI PENDEK KARENA SOBEK KENA BATU TAJAM
DAERAH C : UMUMNYA SOBEK KENA BATU TAJAM

OFF-HIGHWAY TRUCKS and TRACTORS

WHELL DOZERS, WHELL LOADERS

TABEL 8 – 10FAKTOR BASIS UNTUK RODA RANTAI

Model	FAKTOR BASIS
D10	13.0
D9, 983	10.0
D8, 977, 594, 245, D7 LGP	7.5
D7, 955, 583, 235, D6 LGP	6.0
D6, 951, 572, 225, D5 LGP	5.0
D5, 941, 571, D4 LGP, D6 SA	4.0
D4, 931, 561, 215, D3 LGP, D5 SA	3.0
D3, D4 SA	2.0

FAKTOR PENGALIAN	BENTURAN	AUS	Z
TINGGI	0.3	0.4	1.0
SEDANG	0.2	0.2	0.5
RENDAH	0.1	0.1	0.2

BENTURAN :

TINGGI : Benjoalan-benjolan setinggi 15 cm atau lebih

SEDANG : Sebagian permukaan dapat digilas, tinggi benjolan 7,5 – 15 cm

RENDAH : Seluruh permukaan dapat dibilas dan benjolan-benjolan masuk kebawah

AUS :

TINGGI : Tanah basah mengandung pasir dan kerikil tajam

SEDANG : Tanah agak basah mengandung sedikit bahan tajam

RENDAH : Tanah kering mengandung sedikit bahan-bahan tajam

FAKTOR Z : FAKTOR PEMELIHARAAN, DAN OPERASI, SETEMPAT.

CARA PAKAI :

1. Pilih alat berat yang dipakai dan tentukan " Faktor basis "-nya.
2. Tentukan Tingkat benturan, aus dan Faktor Z nya.
3. Kalikan Faktor basis dengan faktor-faktor no 2.

Contoh :

Contoh :

Dipakai D9 dengan Faktor basis = 10
Benturan (I) = 0,3
Aus (A) = 0,1
Z = 0,5

Jadi Biaya roda rantai per jam :
(0,3 + 0,1 + 0,5) x US $ 10 = US $ 9 x (645 x 1,5) / jam
= Rp. 8.707,50 / jam

645 = Kurs DOLLAR US KE RUPIAH
1,5 = BEA MASUK DAN LAIN- LAIN KE INDONESIA.

8 – 11 PETUNJUK UNTUK MENENTUKAN ONGKOS REPARASI PER JAM.

Untuk menghitung ongkos reparasi per jam pergunakanlah tabel-tabel berikut dimana terdapat tanda A B C , dimana B adalah penaksiran normal. Bila pemakaian lebih dari 10.000 jam kerja maka pergunakanlah " faktor pengalian perpanjangan umur " (Extended life Multiplier)

Contoh :

1. Sebuah wheel loader tipe 988 B, bekerja memuat bata pecah, tanah keadaannya keras dan rata. Akan dipakai selama 7 tahun atau 15.000 jam.
   Faktor basis reparasi (Basic Repair Factor) = 5,4 (lihat hal. 228)
   Pengalian perpanjangan umur (Extended life Multiplier) = 1,10
   Biaya reparasi kira-kira (Estimated repair cost) = 5,4 x 1,1 = US $ 5,94 / hour
   Di Indonesia kira-kira : $ 5,94 x 645 x 1,5 = Rp. 5.746,95 / jam
2. Sebuah Trackdozer D6 dipakai 1.600 jam tiap tahun pada pekerjaan pembersihan. Pemakaiannya sangat hati-hati dan pemeliharaan sangat baik. Pelaksana bermaksud mau menjualnya setelah usia 5 tahun.
   Jadi dapat diambil kondisi traktor pada daerah B minimal atau mendekati daerah A (reparasi ringan).
   Faktor basis repasi = 3,1 (lihat hal. 223)
   Pemakaian 5 tahun @ 1.600 jam = 8.000 jam.
   Pengalian perpanjangan umur = 1.
   Biaya reparasi kira-kira = 3,1 x 1 = $ 3,1 / jam.
   atau 3,1 x 645 x 1,5 = Rp. 2.999,25 / jam

TRACK - TYPE TRACTORS : ONGKOS REPARASI PER JAM

Includes basic tractor equipped with ROPS canopy, straight bulldozer and hydraulic control.

MOTOR GRADERS
200 EXCAVATOR

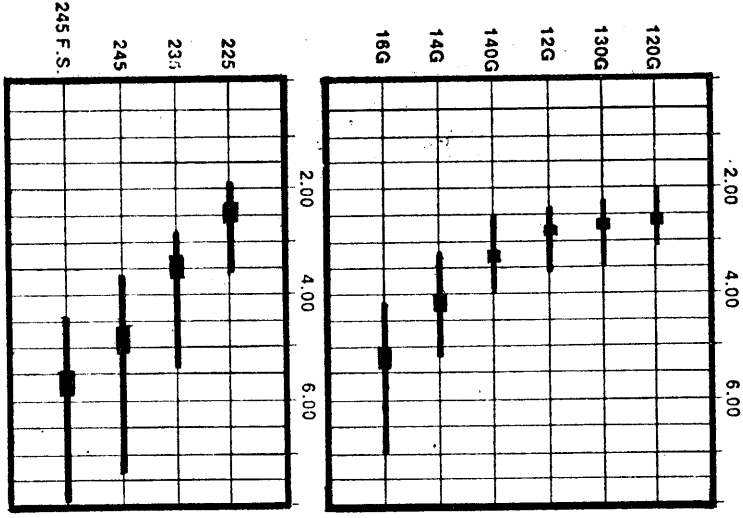
·2.00 4.00 6.00

120G
130G
12G
140G
14G
16G

2.00 4.00 6.00

225
235
245
245 F.S.

Cost distribution	Extended - life Multipliers	
60% Parts	0 - 10.000 hours	1.0
40% Labor	0 - 15.000	1.06
	0 - 20.000	1.21

Includes basic Motor Grader equipped with ROPS cab.

Cost distribution	Extended - life Multipliers
55% Parts	N/A
45% Labor	

Includes basic escavator equipped with bucket, one - piece boom and stick.

500 SKIDDER

Cost distribution
60% Parts
40% Labor

Extended-life Multipliers
N/A

Includes basic cable skidder equipped with ROPS canopy, arch, fairlead and winch. DOES NOT INCLUDE CABLE COST.

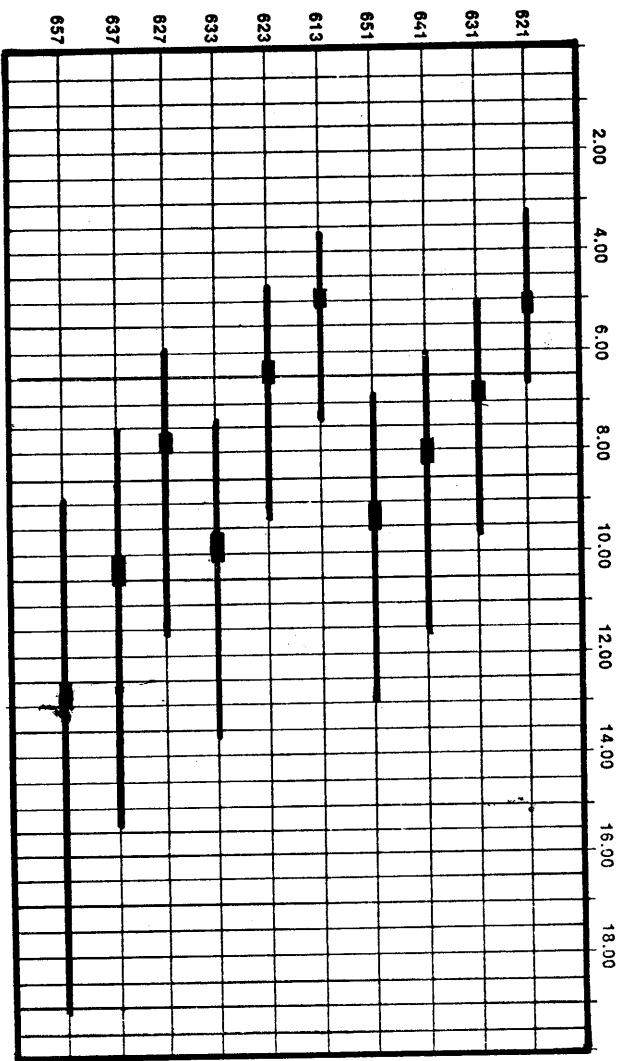
Pipelayers
(Data insufficient to construct graph.)

TIDAK CUKUP DATA
UNTUK DIBUAT GRAFIK

600 SCRAPER

Cost distribution :
55% Parts
45% Labor

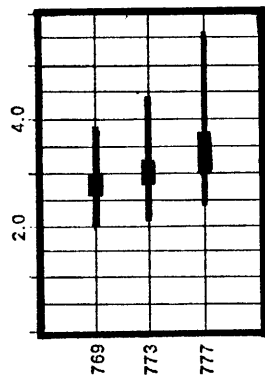
Extended - life Multipliers :

Period	Single - engine	Tandem & Elevator
0 - 10.000	1.0	1.0 (1.03 for Push - Pull)
0 - 15.000	1.06	1.08
0 - 20.000	1.21	1.24

Includes basic wheel tractor equipped with ROPS Canopy and standard scraper.

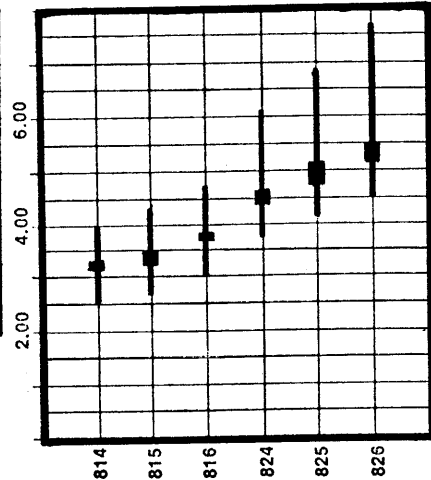
700 TRUCK
800 WHEEL TRACTORS
800 COMPACTORS

Cost distribution
60% Parts
40% Labor

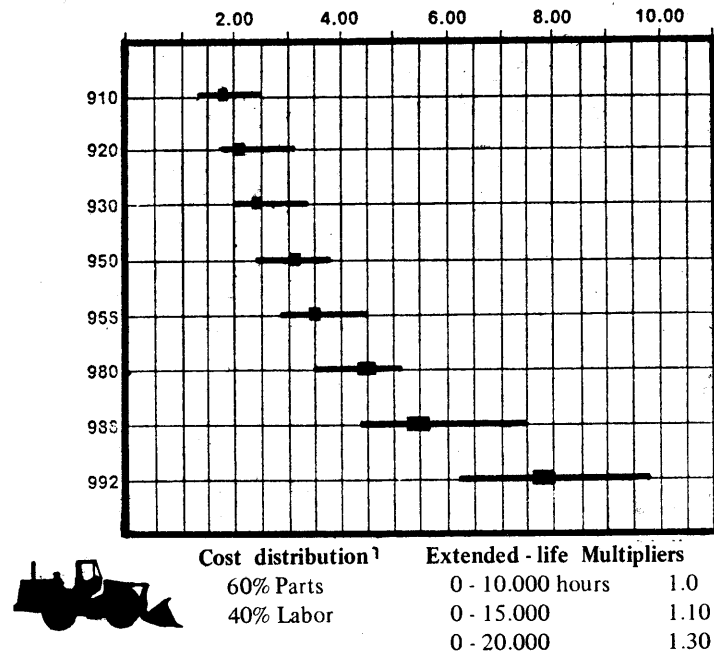
Extended - life Multipliers

0 - 10.000 hours	1.0
0 - 15.000	1.04
0 - 20.000	1.10
0 - 30.000	1.23
0 - 40.000	1.40

Includes basic truck equipped with standard dirt body without liners.

Cost distribution
60% Parts
40% Labor

Extended - use Multipliers
N/A

Includes : 814 & 824 – Basic tractor equipped with ROPS canopy and bulldozer.
815 & 825 – Basic compactor equipped with ROPS canopy and fill - spreading bulldozer.
816 & 826 – Basic Landfill Compactor equipped with ROPS cab and landfill bulldozer.

900 WHEEL LOADER

Cost distribution[1]	**Extended - life Multipliers**	
60% Parts	0 - 10.000 hours	1.0
40% Labor	0 - 15.000	1.10
	0 - 20.000	1.30

Includes basic wheel loader equipped with ROPS cab and General Purpose bucket. (988 and 992 with V - nose rock bucket)

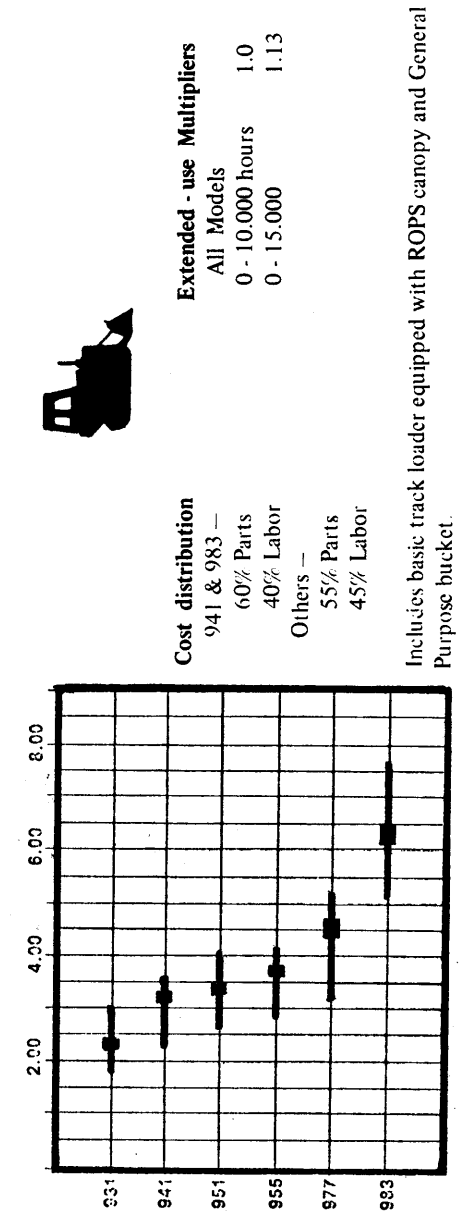
900 TRACK TYPE LOADERS

2.00 4.00 6.00 8.00

931 941 951 955 977 983

Cost distribution
941 & 983 –
60% Parts
40% Labor
Others –
55% Parts
45% Labor

Extended - use Multipliers
All Models
0 - 10.000 hours 1.0
0 - 15.000 1.13

Includes basic track loader equipped with ROPS canopy and General Purpose bucket.

Hasil kerja alat-alat berat :

Untuk menghitung biaya pelaksanaan dengan penggunaan alat-alat berat, maka perlu dihitung hasil kerja tiap-tiap alat berat yang dipergunakan.

Hasil kerja alat berat yang sejenis tetapi berlainan pabrik belum tentu sama karena berlainan kelincahannya dan juga tergantung dari ketrampilan, rasa tanggung jawab operatornya, dan juga pengawasannya.

Namun demikian rumus-rumus produksi alat-alat berat dibuat oleh pabrik-pabrik alat berat yang tentunya setelah melakukan pengamatan-pengamatan yang seksama.

Dibawah ini diuraikan satu cara produksi kerja alat-alat berat yang banyak dipakai dalam pelaksanaan pekerjaan pembangunan :

1. Produksi kerja Track type dozer Caterpiller D7, 200 HP :
   Pengrataan tanah : sub base dan lain-lain.

   Produksi kerja = $\frac{HP \times 168}{3{,}28\ D + 50}$ x f (untuk 50 menit efficiency kerja / Jam)

   HP = Horse Power = 200
   D = Jarak pengrataan = 50 meter
   f = faktor reduksi untuk tanah keras = + 80%

   Jadi produksi kerja = $\frac{200 \times 168}{(3{,}28 \times 50) + 50}$ x 80% = 126 m^3 / Jam

2. Produksi kerja Grader, Caterpillar type 12 F :
   Finishing, grading :

   Produksi kerja P = $\frac{W.S.E}{N}$ m^2 / Jam

   W = lebar efektif dari pisau (blade) = $\frac{12\ ft}{3{,}28}$ x Cos 30^0 ≈ 3,00 m

   S = kecepatan rata-rata berdasarkan :

   $$S = \frac{3 \text{ kali lewat pada gigi satu} + 2 \text{ kali lewat pada gigi dua}}{5 \text{ kali lewat}}$$

   $$S = \frac{3 \times 3{,}84 + 2 \times 5{,}92}{5} = 4{,}5 \text{ km / Jam}$$

   E = 50 menit, jadi Efficiency = $\frac{50 \text{ menit}}{60 \text{ menit}}$ = 0,833

   N = Jumlah lewat yang diperlukan = 5

   Jadi Produksi kerja P = $\frac{3 \times 4.500 \times 0{,}833}{5}$ = 2.250 m^2 / Jam

3. Produksi kerja truk tangki air dengan pompa :

   Produksi kerja P = $\frac{S.C}{2S + 2{,}4d}$ m^3 / Jam

   Hasil kerja dalam 50 menit setiap Jam.
   S = kecepatan truk rata-rata biasanya = 20 km / Jam
   C = Kapasitas tangki dalam m^3
   d = Jarak angkut air dalam km

   Jadi bila C = 8.000 l dan jarak angkut = 10 km maka :

   $$P = \frac{20 \times 8}{(2 \times 20) + (2{,}4 \times 10)} = \frac{160}{64} = 2{,}5 \text{ m}^3 \text{ / Jam}$$

   Banyaknya air yang diperlukan biasanya 10% dari berat tanah pada pekerjaan pembasahan tanah, untuk dipadatkan.

   Jadi air yang diperlukan = $\frac{10\% \times 1.600 \text{ kg / m}^3 \text{ berat tanah}}{1.000 \text{ kg / m}^3 \text{ air}}$
   = 0,16 m^3 air/m^3 tanah

4. Produksi kerja Sheepfoot roller yang ditarik D6 dozer.
   Sheepfoot roller dipakai untuk memadatkan tanah liat.

   Produksi kerja P = $\frac{W.S.E}{N}$ x P

   S = kecepatan bergerak = 6 km / Jam
   W = lebar dari roller = 3 m
   P = Tebal tanah yang dipadatkan 10 cm
   N = Jumlah lewat alat diperlukan 10 kali

   E = $\frac{50}{60}$ = 0,833, efficiency kerja tiap Jam 50 menit / 60 menit

   Jadi P = $\frac{3 \times 6.000 \times 0{,}833 \times 0{,}10}{10}$ = 150 m^3 / Jam

5. Produksi alat track type loader type 955 L Caterpillar (bucket = 1,7 m^3)

Produksi kerja $P = F \frac{B.E}{t}$ m^3 / Jam

F = Faktor susut bahan = 0,7
B = Bucket capacity = 1,7 m^3
E = 50 menit kerja /Jam = 0,833
t = Waktu yang diperlukan tiap putaran = $\frac{d}{S_1} + \frac{d}{S_2} + t_0$
d = jarak angkut, diambil 10 m
S_1 = Kecepatan maju = 6,4 km / Jam = 107 m / menit

S_2 kecepatan berbalik = 7,7 km / Jam = 128 m / menit

t_0 = Waktu untuk menjalankan = 0,4 menit

Jadi $P = 0,7 \times \frac{1,7 \times 0,833}{\frac{10}{107} + \frac{10}{128} + 0,4} = 105\ m^3$ / Jam

6. Produksi kerja dump truck :

Produksi kerja = $P = \frac{10\ S\ C}{S + 24\ d} \times f$

S = kecepatan rata-rata dump truck diambil = 25 km / Jam
C = Kapasitas truck diambil 5 ton = 3 m^3
f = Faktor penyusutan bahan = 0,7
d = jarak angkut diambil 1 km

Jadi $P = \frac{10 \times 25 \times 3}{25 + (24 \times 1)} \times 0,7 = 10,7\ m^3$ / Jam

7. Produksi kerja Three wheel roller :

$P = \frac{a.\ S.\ E}{N} \times p$

a = lebar roller = 1,70 m
S = kece?atan bergerak = 5 km / Jam
E = 50 menit / Jam = 0,833
N = Jumlah lewat bolak balik
p = tebal lapisan yang dipadatkan diambil 0,15 m

Jadi $P = \frac{1,7 \times 5.000 \times 0,833}{12} \times 0,15 = 88,50\ m^3$ / Jam

8. Produksi kerja Aggregate Spreader (penyebar batu pada kenstruksi jalan)
P = W.S.E.p
W = lebar alat Spreader = 3 m
S = Kecepatan gerak = 2,5 km / Jam
E = 50 menit / Jam = 0,833
p = tebal lapisan diambil 0,15 m
Jadi Produksi P = 3 x 2.500 x 0,833 x 0,15 = 950 m^3 / Jam

9. Produksi kerja power broom (alat penyapu pada pekerjaan pembuatan jalan agar permukaan batu yang telah digiling tetap bersih)

$P = \frac{W.\ S.\ E}{N}$

W = lebar sapu putar = 2 m
S = Kecepatan = 10 km / Jam
E = 50 menit / Jam = 0,833
N = Jumlah lewat bolak balik diambil 3 kali

Jadi $P = \frac{2 \times 10.000 \times 0,833}{3} = 5.500\ m^2$ / Jam

Selain dari cara-cara diatas Caterpillar mengeluarkan grafik-grafik produksi kerja bagi alat-alat beratnya, yang hasilnya cukup teliti.
Dilampirkan pada buku ini berberapa dari padanya (8 – 12 sampai dengan 8 – 19).
Alat-alat berat buatan Caterpillar sangat tangguh dan dapat dipercaya, demikian pula alat-alat yang dibuat oleh Ingersoll – Rand, J C B, dan M F, Mesin giling Barata buatan dalam negeri juga cukup bagus.
Untuk menambah luasnya daya pilih alat-alat diketengahkan disini perhitungan alat-alat pemadatan buatan Ingersoll Rand baik perhitungan produksi kerjanya dan pemilihan pemakaiannya. Umumnya pemadatan dilakukan dengan getaran.

10. Ingersoll Rand membuat rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{D \times T \times L \times C}{p}$$

dimana P = Produksi tiap Jam (m^3 / Jam)
D = lebar drum atau alat pengguling (cm)
T = Travel Speed (km / Jam)
L = Tebal lapisan
C = Faktor konversi
p = Jumlah lewat alat

Contoh : untuk alat jenis SPF – 54,
diketahui : D = 216 cm
T = 5 km / Jam
L = 20 cm
C = 0,1
p = 2

jadi Produksi $P = \frac{216 \times 5 \times 20 \times 0,1}{2} = 1.080\ m^3$ / Jam
Efficiency factor = 85% = 0,85
Jadi P = 0,85 x 1.080 = 918 m^3 / Jam

TABEL 8 – 11 : PEMILIHAN ALAT PEMADAT BUATAN INGERSOLL RAND.

No.	JENIS ALAT	KETERANGAN	LAPISAN BATU PECAH	LAPISAN Kerikil	LAPISAN PASIR	LAPISAN Kerikil & Pasir & Lanau (Silt)	LAPISAN Lanau berpasir Pasir atau kerikil bercampur tanah liat	Lapisan Tanah liat	
								Daya geser rendah	Daya geser tinggi
1.	UR – 12	Compactor tangan, bergetar, 56,7 kg		●	●	□	□	□	□
2.	BP – 9, 18, 24	Compactor tangan, bergetar, 90 kg, 145 kg dan 200 kg		□	□	□	●	●	
3.	BH – 14, BH – 24	Backhoe Compactor, 331 kg, 521 kg		●	●	□	□	●	●
4.	SP – 24	Compactor getar dengan roda, 680 kg operator berjalan		□	□	□	●	●	
5.	DA – 30	Compactor getar, 2 roda, 3.107 kg		□	□	□	●		
6.	SP – 42	Mesin giling, 6.124 kg self propelled, bergetar	●	□	□	□	●	●	
7.	SP – 54	Mesin giling, 9.208 kg self propelled bergetar	●	□	●	□	●	●	
8.	SPF – 54	Mesin giling, 11.340 kg dengan roda bergigi (Tamping foot), bergetar				●	□	□	□
9.	SP – 60	Mesin giling, self propelled, 16.919 kg bergetar	□	□		□	●		
10.	SP – 60 DD	Mesin giling, 17.509 kg, bergetar	□	□	□	□	□	●	
11.	SPF – 60	Mesin giling dengan roda bergigi 19.278 kg (Tamping foot), bergetar				●	□	□	□

● = Boleh dipakai ; □ = Pemakaian yang tepat.
Tebal lapisan yang dipadatkan tentunya disesuaikan dengan berat alat pemadat.

Perhitungan produksi kerja dengan menggunakan alat-alat dari JCB:

11. Wheel loader, type JCB 418, bucket capacity = 1,9 m^3

$$\text{Produksi kerja} = P_s = \frac{b \times 60 \times f \times e \times k}{C_f}$$

dimana : P_s = Produksi Standard tiap Jam

b = Kapasitas bucket (m^3)
f = Faktor Konversi untuk volume tanah
e = efficiency dari operator
k = Faktor bucket, tergantung dari jenis tanah
C_t = waktu cycle (waktu satu kali putaran kerja)

k = 1 – 0,8 bila tanah mudah disodok dan dimuat
k = 0,8 – 0,6 bila tanah tidak terlalu mudah dikerjakan, dan dimuat
k = 0,6 – 0,5 bila tanah afak sukar untuk dikerjakan, dan dimuat
k = 0,5 – 0,4 bila tanah sukar untuk dikerjakan, dan dimuat

C_t = waktu pengangkutan + waktu menjalankan alat
Waktu pengangkutan tergantung dari jarak angkutan dan kondisi jalan

$$C_t = \frac{\text{jarak angkut}}{\text{kecepatan pergi}} + \frac{\text{jarak angkut}}{\text{kecepatan pulang}} + \text{waktu menjalankan alat}$$

Waktu menjalankan alat = waktu yang diperlukan untuk memindahkan gears, memuat, memutar dan menumpahkan muatan
= 18 second - 0,3 menit (untuk JCB 418)

Contoh : Jarak angkut = 15 m
Kondisi setempat : tidak terlalu mudah , k = 0,8
e = 0,833 = (50 menit kerja / 60 menit)
f = 0,8
kecepatan angkut = 12,7 km / Jam

Satu Cycle = C_t :

$$= \frac{15}{12.700} \times 60 \text{ menit} + \frac{15}{12.700} \times 60 \text{ menit} + 0{,}3 \text{ menit}$$

= 0,442 menit

$$\text{Produksi Standard } P_s = \frac{1{,}9 \times 60 \times 0{,}8 \times 0{,}833 \times 0{,}8}{0{,}442}$$

= 154,13 m^3 / Jam

$P_{sebenarnya} = P_s \times E$ (dimana E tergantung keadaan setempat)
= 154,13 x 0,9 = 140 m^3 / Jam

12. Crawel Excavator : type JCB 807 B ; bucket berkapasitas 0,75 m^3 :
Dari tabel " Power Crane and Shovel Association" 8 - 12^a diperoleh untuk ukuran sendok = 0,75 m^3, Produksi standard alat
= 134 m^3 / Jam
tetapi hasil diatas dipengaruhi oleh ;
   a. Kondisi excavator
   b. ketrampilan operator
   c. jenis tanah yang digali
   d. Cara mengerjakan (Working method)
   e. Kedalaman penggalian
   f. Sudut perputaran lengan (angle of swing)
   g. Efficiency operasi (Efficiency kerja)
   h. Keadaan tempat pekerjaan
   i. Management dari alat

Yang dimaksud Efficiency kerja (g) adalah ketidak mungkinan operator bekerja 60 menit dalam satu Jam, sebab waktu berkurang karena menyulut rokok atau ada yang mengganggu konsentrasinya dan lain sebagainya sehingga Efficiency faktor diambil 50 menit / 1 Jam = 0,833 sudah memadai kenyataan.
Secara tidak disadari karena alat tidak dikerjakan terus-terusan maka umurnya diperpanjang karena tidak terlalu dipaksa.
Management dari alat (i) ialah, pemeliharaan dari alat, menerapkan cara kerja yang baik, incentive atau upah extra yang memberi semangat kepada operator dan juga pengawasan yang baik.
Karena itu bila diketahui : 1. Efficiency kerja = 0,833
2. Keadaan tempat pekerjaan = 0,57 (dari tabel 8 – 12 (c)) & management alat
3. Kedalaman gali rata-rata 80% = 0,86 (dari tabel 8 – 12 (b))
Sudut perputaran lengan = 120^0

Maka : Produksi sebenarnya = P = P_s x 0,833 x 0,86 x 0,57
= 134 x 0,833 x 0,86 x 0,57
= 54,72 m^3 / Jam

TABEL 8 – 12 (a) : Hasil kerja Power Shovel m^3 / Jam,
Ukuran tanah ditempat asal.

Jenis bahan galian	Ukuran bucket (sendok), m^3								
	0,3	0,4	0,5	0,75	0,95	1,15	1,35	1,50	1,90
Lempung campur pasir	65	88	126	157	191	218	245	271	310
Pasir / Kerikil	61	84	119	153	176	206	229	252	298
Tanah biasa	54	73	103	134	161	184	206	229	268
Tanah liat keras	38	57	84	111	138	161	180	203	268
Batu pecah, rata besarnya	31	46	73	96	119	138	157	176	210
Tanah liat melekat	19	31	54	73	92	111	126	141	191
Batu pecah, banyak bagian yang besar-besar	12	19	38	57	73	88	107	122	149

TABEL 8 – 12 (b) : Faktor kedalaman gali rata-rata dan sudut putaran lengan.

% dari kedalaman gali rata-rata x dalam optimum	Sudut putaran lengan						
	45^0	60^0	75^0	90^0	120^0	150^0	180^0
40	0,95	0,89	0,85	0,80	0,72	0,65	0,59
60	1,10	1,03	0,96	0,91	0,81	0,73	0,66
80	1,22	1,12	1,04	0,98	0,86	0,77	0,69
100	1,26	1,16	1,07	1,00	0,88	0,79	0,71
120	1,20	1,11	1,03	0,97	0,86	0,77	0,70
140	1,12	1,04	0,97	0,91	0,81	0,73	0,66
160	1,03	0,96	0,90	0,85	0,75	0,67	0,62

TABEL 8 – 12 (c) : Faktor untuk keadaan tempat pekerjaan / Management alat.

Keadaan tempat pekerjaan \ Management alat	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk
Baik sekali	0,84	0,81	0,76	0,70
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52

TABEL : 8 – 12 tentunya berlaku juga untuk peralatan yang sejenis, yang dibuat oleh Pabrik lain hanya besarnya Faktor faktor berbeda-beda, meskipun sedikit.

Cara menghitung Produksi kerja Track dozer dengan menggunakan tabel dan grafik-grafik Caterpillar :

13. Pengrataan tanah oleh D7, dengan tilt silinder untuk mengatur blade, sehingga dalam pekerjaan menggali, membongkar dan meratakan lebih sempurna. Keadaan tanah keras, sedang tempat pekerjaan rata keadaannya.
    Teknik yang dipakai ialah dengan slot dozing technique dimana tanah didorong sejauh jarak pengrataan kemudian pindah kesebelahnya, jarak pengrataan 50 m. Operator mempunyai ketrampilan biasa

    Efficiency kerja = 40 menit / Jam = $\frac{40}{60}$ = 0,67

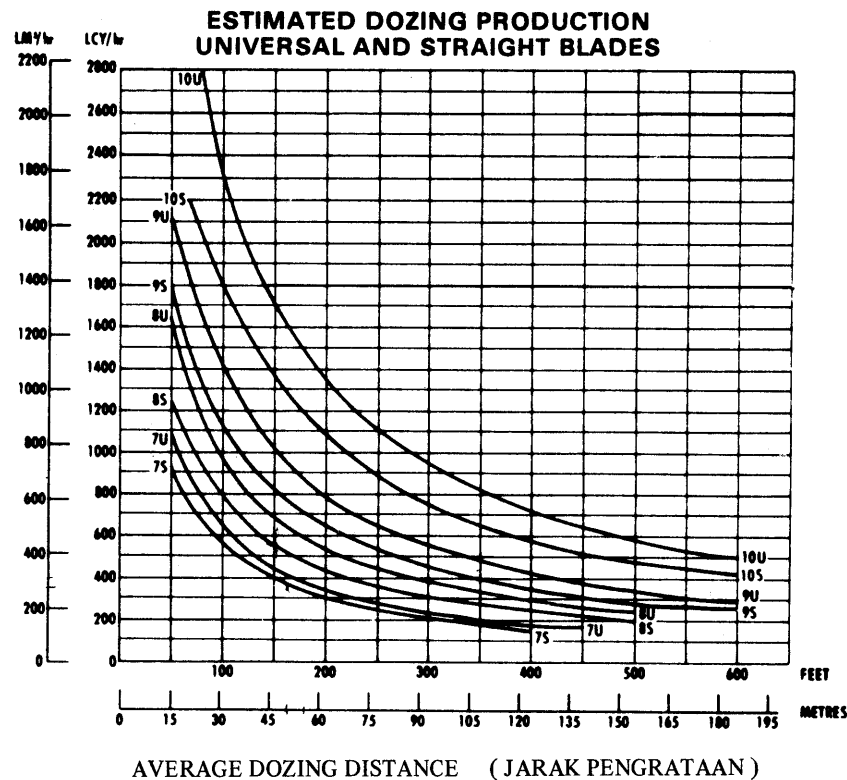
    Berat tanah 1.600 kg / m^3

    Jawab :

    Dari grafik 8 – 13 diperoleh P_s = 270 m^3/ Jam (untuk D7S)
    Faktor koreksi : (dari tabel 8 – 15)
    Tanah keras = 0,8
    Operator = 0,75
    Slot dozing = 1,2
    Efficiency kerja = 0,67

    Jadi Produksi kerja yang sebenarnya :
    270 x 0,8 x 0,75 x 1,2 x 0,67 = 130,25 m^3 / Jam
    Bila dibandingkan dengan hasil perhitungan di depan (No. 1) hasilnya sedikit berbeda, jadi pengambilan faktor reduksi harus hati-hati dan didasarkan pengalaman.

GRAFIK 8 – 13 PERKIRAAN PRODUKSI PENGRATAAN UNTUK BLADE JENIS UNIVERSAL DAN STRAIGHT.

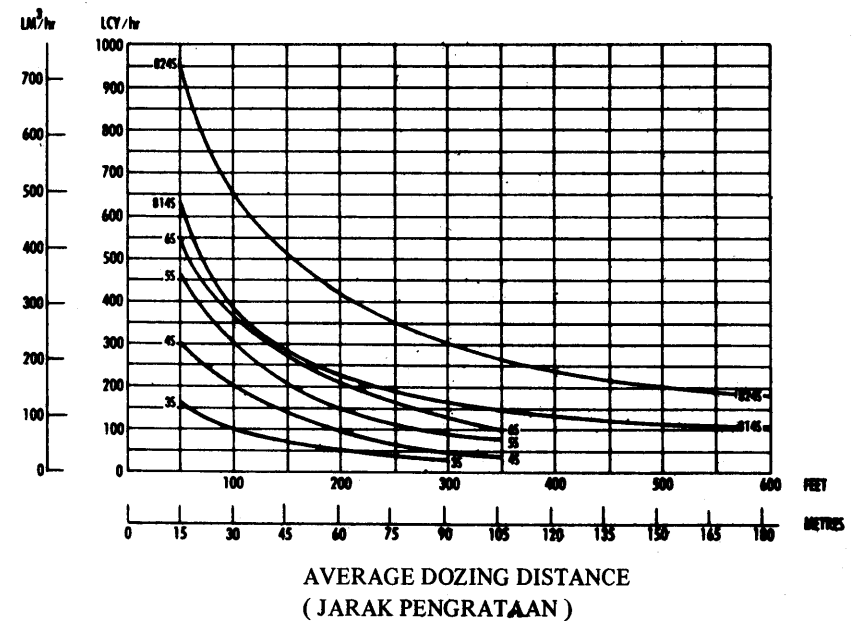
AVERAGE DOZING DISTANCE   (JARAK PENGRATAAN)

CATATAN : LIHAT FAKTOR KOREKSI PADA TABEL 8 – 15 DAN GRAFIK 8 – 16

LM^3 = Loose Cubic meters = M^3 keadaan tanah lepas.

LCY = Loose Cubic yards = $Yard^3$ keadaan tanah lepas.

UNIVERSAL & STRAIGHT adalah type-type bladenya saja.

GRAFIK 8 – 14
PERKIRAAN PRODUKSI PENGRATAAN UNTUK BLADE JENIS STRAIGHT.

AVERAGE DOZING DISTANCE
(JARAK PENGRATAAN)

Keterangan :

- "A" blade (Angling), lurus atau miring 25^0 : untuk jalan prionir, mengisi timbunan memotong serokan
- "C" blade (Cushion) : untuk mendorong scraper, ada bantalan karet untuk menahan scraper
- Bowl blade : untuk mendorong material ringan tapi berjarak jauh
- "U" blade (Universal) : untuk menimbun bahan, memindahkan tanah volume besar.
- "S" blade (Straight) : untuk meratakan

TABEL 8 – 15. FAKTOR KOREKSI KEADAAN SETEMPAT.

	RODA RANTAI (TRACK DOZER)	RODA KARET (WHEEL TRACTOR)
OPERATOR – Baik sekali	1	1
Biasa	0,75	0,6
Kurang	0,6	0,5
BAHAN :		
Bahan lepas	1,2	1,2
Sulit untuk dipotong-potong		
Dengan tilt sylinder	0,80	0,75
Tanpa tilt sylinder	0,70	–
Cable control blade	0,60	–
Sulit untuk didorong :		
sangat melekat	0,80	0,80
Batu, lepas digaruk, didinamit	0,60 – 0,80	–
Slot dozing	1,20	1,20
Side by side dozing (berdampingan)	1,15 – 1,25	1,15 – 1,25
Jarak pandangan : Debu, hujan, kabut atau gelap	0,80	0,70
Efficiency kerja 50 menit / Jam	0,84	0,84
40 menit / Jam	0,67	0,67
Direct drive transmission (0,1 minute fixed time)	0,80	–
Bulldozer – Angling (A) blade	0,50 – 0,75	–
Cusnion (C) blade	0,50 – 0,75	0,50 – 0,75
D5 Sempit (narrow gauge)	0,90	–
Bahan ringan		
U blade (batu bara)	1,20	1,20
Blade bowl (timbunan bahan)	1,3	1,3

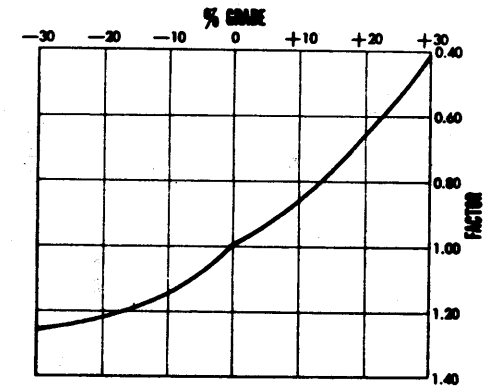
KEMIRINGAN : LIHAT GRAFIK 8 – 16

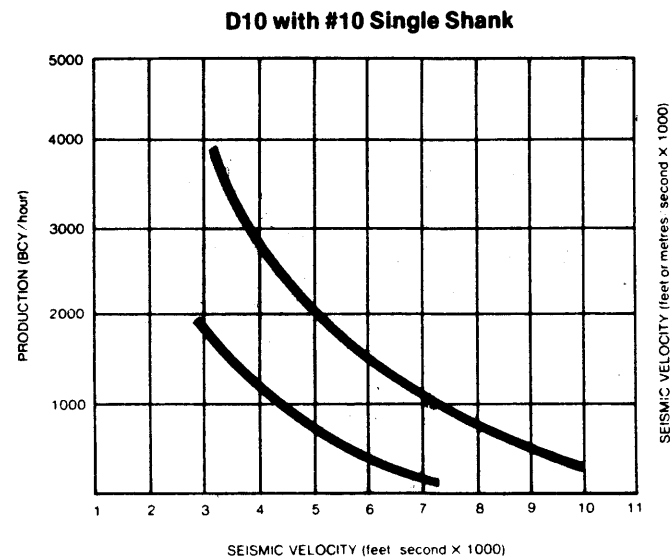
Catatan :

Hasil kerja Ablade dan C blade antara 50 – 75% Straight (S) blade.

A & C blade bukan untuk pekerjaan pengrataan

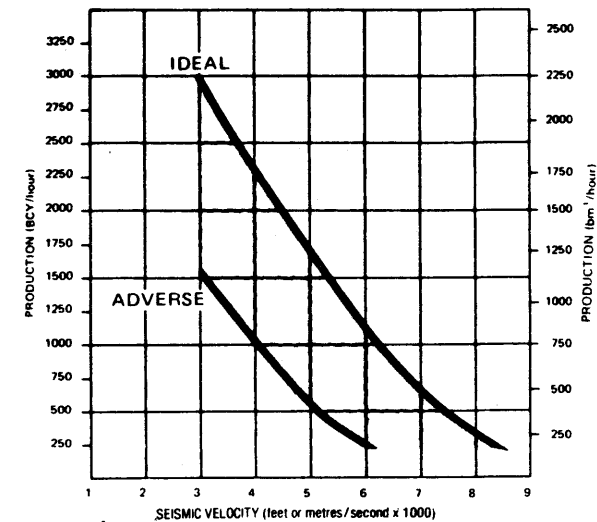
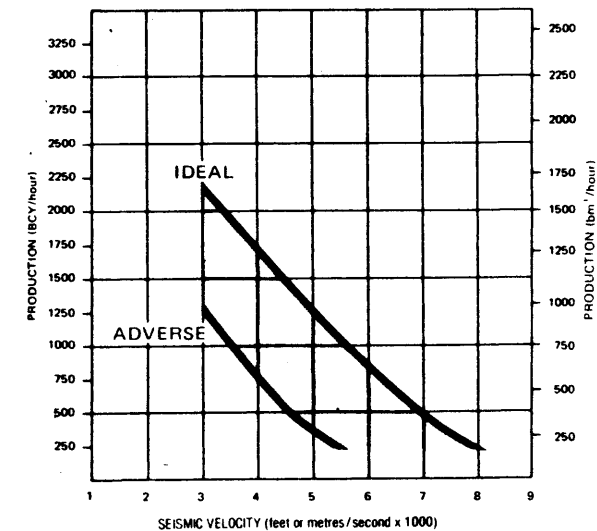
Blade bowl bentuknya cekung.

GRAFIK 8 – 16 UNTUK MEMPEROLEH FAKTOR KEMIRINGAN LAPANGAN KERJA

NOTE : (–) FAVORABLE (LEBIH DISUKAI)
(+) UNFAVORABLE (TIDAK DISUKAI)

GRAFIK 8 – 17 PRODUKSI KIRA-KIRA KERJA RIPPER (BAJAK BATU)

CATATAN : BCY = Bank cuyards = Volume isi sebelum dibongkar
Seismic Velocity ialah kecepatan merambat getaran' pada batu-batuan dipakai untuk memeriksa kekerasan batu.

HAL-HAL yang perlu diingat dalam menggunakan grafik diatas :

- Mesin bekerja terus tidak ada pendorongan hasil bongkaran
- Efficiency 100% (60 menit / Jam)
- Grafik untuk semua jenis bahan
- Untuk batu gunung (igneous rock) dengan kecepatan seismic 8.000 feet per second atau lebih dipakai D 10, Bila 6.000 feet per second atau lebih dipakai D 7 dan D 8, Produksi kerja dikalikan dengan 75%
- Grafik untuk kondisi ideal
  Bila lapisan-lapisan tebal dan lapisan-lapisan tegak lurus maka diambil yang minimum produksinya. (Adverse)

PRODUKSI KIRA-KIRA KERJA RIPPER

TABEL 8 – 18 PRODUKSI KERJA SCRAPER

PUSH LOADED

(DIDORONG KETIKA MENGISI)

Jenis Scraper & Tractor	Capacity yd^3 (m^3)	400' (120 m) Haul	600' (180 m) Haul	800' (250 m) Haul	1.000' (300 m) Haul
		Estimated hourly Production yd^3 (m^3)			
463G W / SB					
D9H	22 (16.8)	404 (309)	324 (248)	272 (208)	233 (178)
D8K PS	22 (16.8)	382 (292)	304 (232)	252 (193)	215 (164)
D8K. DD	22 (16.8)	359 (274)	289 (221)	242 (185)	207 (158)
D7G. PS	22 (16.8)	346 (265)	270 (706)	222 (170)	188 (144)
D7G. DD	22 (16.8)	312 (239)	244 (187)	201 (154)	179 (137)
463G					
D8K. PS	18 (13.8)	332 (254)	264 (202)	219 (167)	188 (144)
D8K. DD	18 (13.8)	307 (235)	248 (190)	207 (158)	178 (136)
D7G. PS	18 (13.8)	304 (232)	239 (183)	197 (151)	167 (128)
D7G. DD	18 (13.8)	299 (229)	242 (185)	202 (154)	174 (133)
435F					
D8K. PS	14 (10.7)	268 (205)	216 (165)	181 (138)	155 (119)
D8K. DD	14 (10.7)	259 (198)	212 (162)	179 (137)	155 (119)
D7G. PS	14 (10.7)	254 (194)	201 (154)	168 (128)	143 (109)
D7G. DD	14 (10.7)	251 (192)	204 (156)	172 (132)	148 (113)
D6D. PS	14 (10.7)	250 (191)	197 (151)	165 (126)	140 (107)
D6D. DD	14 (10.7)	230 (176)	184 (141)	153 (117)	130 (99)
4					
435E & 435G					
D8K. PS	12 (9.2)	230 (176)	186 (142)	156 (119)	134 (102)
D8K. DD	12 (9.2)	222 (170)	182 (139)	153 (117)	133 (102)
D7G. PS	12 (9.2)	226 (173)	174 (133)	148 (113)	123 (94)
D7G. DD	12 (9.2)	216 (165)	175 (134)	147 (112)	127 (97)
D6D. PS	12 (9.2)	218 (167)	168 (128)	134 (102)	120 (92)
D6D. DD	12 (9.2)	197 (151)	157 (120)	131 (100)	112 (86)
No. 60					
D68	7 (5.4)	123 (94)	100 (76)	84 (64)	73 ('56)

Note : 435G with Sideboards – 15 yd^3 (115 m^3) same production data as 435F

SELF LOADED

(MENGISI SENDIRI)

Jenis Scraper & Tractor	Capacity yd^3 (m^3)	400' (120 m) Haul	600' (180 m) Haul	800' (250 m) Haul	1.000' (300 m) Haul
463G W / SB					
D9H	22 (16.8)	348 (266)	287 (219)	245 (187)	213 (163)
463G D8K. PS	18 (13.8)	287 (219)	235 (180)	199 (152)	173 (132)
463G D8K.DD	18 (13.8)	270 (206)	222 (170)	189 (145)	164 (125)
435E & 435 G					
D7G. PS	12 (9.2)	190 (145)	155 (119)	131 (100)	114 (87)
435E & 435G					
D7G. DD	12 (9.2)	187 (143)	156 (119)	134 (102)	117 (89)
435E & 435G					
D6D. PS	12 (9.2)	184 (141)	150 (115)	122 (93)	109 (83)
435E & 435G					
D6D. DD	12 (9.2)	174 (133)	142 (109)	120 (92)	104 (80)
No. 60 D5	7 (5.7)	108 (83)	90 (69)	76 (58)	67 (51)

DASAR-DASAR PRODUKSI KERJA :

Berat tanah 1.779 kg / m ^{3}

Kerja 60 menit per jam

Jumlah hambatan 100 kg / ton

Waktu mengisi

- Didorong (Push loading) = 0,6 menit
- Sendiri (Self Loading) = 1,1 menit

Waktu menyebar muatan dan membalik = 1 menit

Waktu mindahkan persnelling :

- Power Shift 0, menit
- Direct Drive 0,2 menit

Muatan tiap perjalanan adalah berdasarkan yang diizinkan

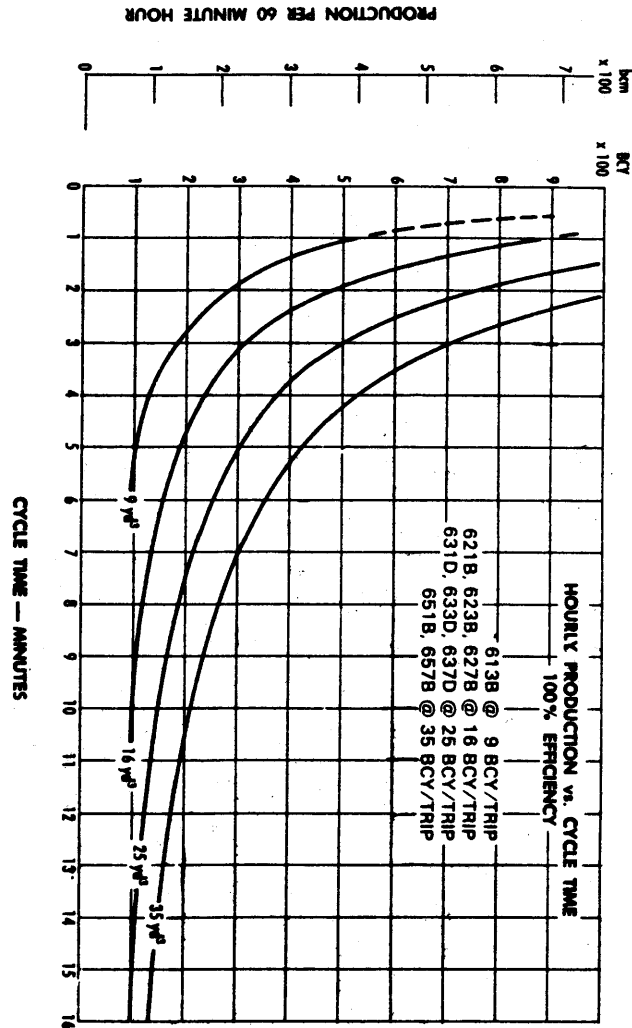
TABEL 8 – 19 : MENGHITUNG PRODUKSI KERJA EXCAVATORS DAN BACKHOES M³ / JAM (60 menit)

ESTIMATED CYCLE TIMES Cycle Time Sec.	Cycle Time Min.	200	300	500	700	900	1.100	1.300	1.500	1.700	1.900	2.100	2.300	2.500	2.700	2.900	3.100	3.300	3.500	ESTIMATED CYCLE TIMES Cycle Per Min.	Cycle Per Hr.
10.0	.17																			6.0	360
11.0	.18																			5.5	330
12.0	.20	80	90	150	210	270														5.0	300
13.3	.22	54	81	135	189	243	297	351	405											4.5	270
15.0	.25	48	72	120	168	216	264	312	360	408	456	504	552							4.0	240
17.1	.29	42	63	105	147	189	231	273	315	357	399	441	483	525	567	609	651	693	735	3.5	210
20.0	.33	36	54	90	126	162	198	234	270	306	342	378	414	450	486	522	558	544	630	3.0	180
24.0	.40	30	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	2.5	150
30.0	.50	24	36	60	84	108	132	156	180	204	228	252	276	300	324	348	372	396	420	2.0	120
35.0	.58	20	31	51	71	92	112	133	153	173	194	214	235	255	275	296	316	337	357	1.7	102
40.0	.67					81	99	117	135	153	171	189	207	225	243	261	279	297	315	1.5	90
45.0	.75									133	148	164	179	195	211	226	242	257	273	1.3	78
50.0	.83																			1.2	72

Job Efficiency Estimator

Wk Time / Hour	Efficiency
60 Min.	100%
55 Min.	91%
50 Min.	83%
45 Min.	75%
40 Min.	67%

CATATAN :
- Cycle time ialah gerak alat untuk melakukan satu kali penggalian
- Produksi kerja sebenarnya = Produksi 60 menit / Jam x Efficiency
- Isi bucket = bahan didalam bucket (penyendok)
  = Isi bucket ditimbun x Faktor pengisian

GRAFIK 8 – 20 PRODUKSI KERJA WHEEL TRACTOR SCRAPERS PERJAM BERDASARKAN LAMANYA SATU KALI ANGKUT (CYCLE TIME)

TABEL 8 – 21 PEMILIHAN ALAT PENGGILING TANAH YANG TEPAT, BERLAKU UMUM.

Masalah land clearing :

Pada saat ini banyak sekali pekerjaan land clearing, terutama diluar Jawa yaitu tanah yang disediakan untuk para transmigran. Dibawah dijelaskan bagaimana menghitung produksi bulldozer dalam pekerjaan tersebut yang dikeluarkan oleh PT Trakindo Utama (Caterpillar dealer)

Pekerjaan meliputi :
1. Membabad rerumputan & pohon dengan ϕ<0,30 cm (Under brushing)
2. Memotong pohon (Cutting)
3. Mengumpulkan pohon (Piling)
4. Membakar (Burning)
5. Membajak Lahan (Harrowing)

Secara sederhana ada rumus yang didasarkan kepada kecepatan tetap, maka

Produksi kerja :

$$P = \text{ha / Jam} = \frac{\text{lebar pemotongan (m) x kecepatan (km / Jam) x 82,5\%}}{10}$$

dimana angka 82,5% adalah efficiency kerja.

Kecepatan Bulldozer dengan power shift adalah sebagai berikut :

TABEL 8 – 22 :

Model	Gear (Versnelling)	Maju km / Jam	Mundur km / Jam	Lebar blade
D 7 G	1	0 – 3,7	0 – 4,5	3,65 m
	2	0 – 6,4	0 – 7,9	
(200 HP)	3	0 – 9,9	0 – 11,9	
D 6 D	1	0 – 4,0	0 – 4,8	3,20 m
	2	0 – 6,9	0 – 8,4	
(140 HP)	3	0 – 10,8	0 – 12,9	

Tetapi pekerjaan biasanya tidak seperti yang dibayangkan diatas kecuali dibeberapa tempat. Untuk pekerjaan, menyangkul dengan mencabut akar (Grubbing), pemotongan pohon (Cutting), dan lain-lain tidak dilakukan dengan kecepatan tetap, karena itu pekerjaan dibagi sebagai berikut :

1. Membabad rerumputan & pohon dengan diameter < 0,30 m : (Under brushing)

Blade yang dipakai untuk pekerjaan clearing ialah model " **Rome KG** blade " yang tajam seperti pisau ujungnya.

Rumusnya adalah $T = (p. B) q_1 q_2$ ha / Jam

dimana p dan q = koreksi faktor

B = Waktu pokok (Base time), yaitu waktu yang diperlukan untuk menebang hutan seluas 0,405 ha (1 acre) dalam menit

TABEL 8 – 23 : Berlaku untuk under brushing dan cutting

JENIS TRAKTOR	B	Waktu (menit) / pohon / diameter pohon					Keterangan
		ϕ 31 – 60 cm M_1	ϕ 61 – 90 cm M_2	ϕ 91 – 120 cm M_3	ϕ 121 – 180 cm M_4	ϕ 180 cm keatas F	
410 HP D 9 H	18	0,2	0,5	1,5	4	1,2	F = menit / 0,30 m diameter
300 HP D 8 K	21	0,3	1,5	2,5	7	2,0	
200 HP D 7 G	28	0,5	2,0	4,0	12	4,0	M = Waktu untuk menebang / pohon
140 HP D 6 D	40	0,8	4,0	8,0	25		

Data diatas berdasarkan :
1. Medan relatif datar, kemiringan max. 10%
2. Permukaan tanah kering, tidak ada batu-batuan.
3. Jenis pohon bercampur, keras dan lunak.
4. Blade ialah Rome KG. Blade kondisi tajam disetel sesuai prosedur

TABEL 8 – 23a : Jenis hutan primer dengan komposisi sebagai berikut : (di Indonesia)

Kode	–	N_1	N_2	N_3	N_4	D
Diameter pohon	30 cm	31 - 60 cm	61 - 90 cm	91 - 120 cm	121 - 180 cm	>181 cm
Jumlah pohon/acre	287	13	2	1	–	–
Kekerasan kayu	75%	–	100%	–	–	–

Catatan :

N : Jumlah pohon/acre (1 acre = 0,405 Ha)

D : Jumlah kelipatan dari 1 foot (30 cm) dari diameter lebih besar dari 180 cm

Contoh :

ditemukan 2 pohon ϕ 180 cm.

$$\text{jadi } D = \frac{180}{30} \times 2 = 12$$

Faktor koreksi yang harus ditambahkan :

TABEL 8 – 24 Berlaku untuk Under brushing dan Cutting

Keterangan	Faktor koreksi (p & q_1)	Faktor koreksi dipakai
a. ϕ Vegetasi < 30 cm		
1. 1480 pohon dan lebih / Ha	$p = 2$; $q_1 = 1$	
2. 990 – 1480 pohon / Ha	$p = 1$; $q_1 = 1$	
3. 990 pohon kebawah / Ha	$p = 1$; $q_1 = 0,7$	$p = 1$; $q_1 = 0,7$
b. Kekerasan kayu (q_2)		
75 – 100%	$q_2 = 1,3$	$q_2 = 1,3$
25 – 50%	$q_2 = 1,0$	
0 – 25%	$q_2 = 1,0$	
c. Metode penebangan (q_3)		
1. 30 cm keatas hingga permukaan tanah	$q_3 = 1,00$	
2. Pembongkaran tunggul dan akar, 1 x operasi	$q_3 = 1,25$	
3. Pembongkaran tunggul dan akar 2 x operasi	$q_3 = 1,50$	

2. Memotong pohon (Cutting)

Produksi kerja adalah $T = (pB_1 + M_1 N_1 + M_2 N_2 + M_3 N_3) q_1 q_2 q_3$
Dengan adanya ketentuan bahwa cutting didahului oleh under brushing, maka gerakan traktor dapat dilakukan dengan gigi 2, jadi sama dengan B_1 dimana :

$$B_1 = B \times \frac{\text{km / Jam gigi 1}}{\text{km / Jam gigi 2}}$$

Sedang under brushing dilakukan dengan gigi 2.

3. Mengumpulkan / menimbun pohon (Piling)

Produksi kerja :
$T = (Br + M_1 N_1 + M_2 N_2 + M_3 N_3 + M_4 N_4 + DF) t$ menit / acre

dimana :

B = Waktu dasar untuk menimbun pohon-pohon kelas ringan ($\phi < 30$ cm)
M = Waktu menimbun / pohon / kelas ϕ pohon
F = Waktu traktor menimbun tiap 0,305 m diameter pohon untuk kelas pohon lebih besar dari 180 cm dan sama dengan 180 cm

TABEL 8 – 25 besaran B, M & F : berlaku untuk piling

JENIS TRAKTOR	B	Waktu (menit) / pohon / kelas ϕ pohon					Keterangan
		ϕ 31 – 60 cm	ϕ 61 – 90 cm	ϕ 91 – 120 cm	ϕ 121 – 180 cm	ϕ 180 cm keatas	
		M_1	M_2	M_3	M_4	F	
410 HP – D 9 H	45	0,1	1,2	1,4	2,4	0,4	F = menit / 0,308 m diameter
300 HP – D 8 K	50	0,2	0,6	2,0	4,0	1,0	
200 HP – D 7 G	60	0,4	0,8	3,0	6,0	–	
140 HP – D 6 D	75	0,6	1,2	5,0	–	–	

Tabel 8 – 25 berdasarkan :
- Medan relatif rata, max 10%
- Permukaan tanah kering
- Tidak dijumpai tunggul
- Blade KG atau rake yang distel sesuai prosedur

D dan N sesuai dengan data untuk cutting
Besaran r dan t adalah faktor koreksi terdapat pada tabel 8 – 26

TABEL 8 – 26 : Faktor koreksi r dan f untuk piling :

Keterangan	Faktor koreksi	Faktor Koreksi dipakai
a. Pengaruh pohon merambat (r)		
1. Tidak ada pohon merambat	r = 1,00	–
2. Ada pohon merambat	r = 0,70	r = 0,70
b. Hasil penebangan (t_1)		
1. Tidak ada tunggul & akar	$t_1 = 1,00$	–
2. Ada tunggul & akar	$t_1 = 1,25$	$t_1 = 1,25$
c. Metode menimbun (t_2)		
1. Satu traktor	$t_2 = 1,00$	–
2. Bergroup, 3 – 4 traktor	$t_2 = 0,70$	$t_2 = 0,70$

4. Membakar (burning) :
   Traktor diperlukan untuk menumpuk kembali pohon-pohon yang tidak terbakar, dalam sekali pembakaran : D 6 D (trackdozer) atau 955 L (trackloader dengan rake) cukup memadai untuk pekerjaan ini, kecuali bila pohon-pohon yang bergaris tengah besar mendominasi lapangan.
   Jadi hasil kerja P = 0,60 Ha / Jam (D 6 D trackdozer)
5. Membajak lahan (Harrowing)
   Produksi kerja = P =

$$P = \frac{\text{lebar memotong (m) x kecepatan (km/Jam)}}{10} \text{ ha / jam}$$

   Lebar memotong adalah lebar effektif tidak sama dengan lebar implemen

Pada tabel 8 – 27 disajikan hasil kerja dimana sudut effektif memotong $= 15^0$

TABEL 8 – 27

TRAKTOR	JENIS BAJAK	LEBAR BAJAK	LEBAR EFFEKTIF	KECEPATAN	HA / JAM (2 KALI LEWAT)
D 8 K	Rome TRH 28 – 30	4,57 m	4,43 m	5,64 km / Jam	1,25 Ha / Jam
D 7 G	Rome TRH 24 – 30	3,96 m	3,84 m	4,38 km / Jam	0,84 Ha / Jam
D 6 D	Rome TRH 20 – 30	3,35 m	3,21 m	3,71 km / Jam	0,60 Ha / Jam

Contoh 1 :

Sebidang hutan harus dibuka untuk lahan transmigrasi, Jenis hutan Primer dengan komposisi pohon-pohon sebagai berikut :

Diameter pohon :	30 cm	31 – 60 cm	61 – 90 cm	91 – 120 cm
Jumlah / acre (0,4074 Ha)	287	13	2	1
Kekerasan kayu	75%	—	100%	—

Struktur akar pohon : menyebar
Pohon-pohon merambat : ada
Kondisi lapangan : Grade max 8%, bergelombang ringan
Spesifikasi pekerjaan : Lahan harus bersih dari tunggul, akar dan dahan-dahan Pembajakan tanah dilakukan 2 kali lintasan.

Luas : 3.000 Ha.
Waktu pengerjaan April sampai dengan September = 6 bulan 2.500 Ha disiapkan sampai siap tanam.

Tentukan banyaknya alat yang dipergunakan dan biayanya.

Jawab :

Dipergunakan Trackdozer D 6 D

1. Pembabadan pohon bergaris tengah < 30 cm (Underbrushing)
   $T = (p . B) q_1 \; q_2$
   Dari tabel 8 – 23 dan 8 – 24 diperoleh : $p = 1$; $q_1 = 0,7$
   $B = 40$; $q_2 = 1,3$
   Jadi T = (1 x 40) 0,7 x 1,3 = 36,4 menit / acre
   = 1,50 Jam / Ha
   = 0,67 Ha / Jam.
2. Memotong Pohon (Cutting)
   $T = (p B + M_1 N_1 + M_2 N_2 + M_3 N_3) q_1 q_2 q_3$

Dari tabel 8 – 23, 8 – 23^a dan 8 – 24 didapat :

$B = 40 \quad B_1 = \frac{4}{6,9} \times 40 = 23,19$ menit (lihat tabel 8 – 22)

$p = 1 \quad M_1 = 0,8 \; ; \; N_1 = 13 \; ; \; q_1 = 0,7$
$M_2 = 4,0 \; ; \; N_2 = 2 \; ; \; q_2 = 1,3$
$M_3 = 8,0 \; ; \; N_3 = 1 \; ; \; q_3 = 1,5$

Jadi :
T = (1 x 23,19 + 0,8 x 13 + 4 x 2 + 8 x 1) 0,7 x 1,3 1.5
= 67,69 menit / acre
= 2,79 Jam / Ha
= 0,36 Ha / Jam

3. Menumpuk / menimbun pohon-pohon yang sudah ditebang :
   $T = (B.r + M_1 N_1 + M_2 N_2 + M_3 N_3 + M_4 N_4 + DF) t$ menit / acre
   Dari tabel 8 – 25 dan 8 – 26 diperoleh :
   $B = 75 \quad M_1 = 0,6 \; ; \; N_1 = 13 \; ; \; t_1 = 1.25$
   $r = 0,7 \quad M_2 = 1,2 \; ; \; N_2 = 2 \; ; \; t_2 = 0,70$
   $M_3 = 5,0 \; ; \; N_3 = 1$

Jadi $T = (Br + M_1 N_1 + M_2 N_2 + M_3 N_3) t_1 t_2$
$= (75 \times 0,7 + 0,6 \times 13 + 1,2 \times 2 + 5 \times 1) \times 1,25 \times 0,7$
= 59,24 menit / acre
= 2,44 Jam / Ha
= 0,40 Ha / Jam

4. Membakar :
   Diperlukan 0,60 Ha / Jam
5. Membajak Lahan :
   Diperlukan 0,60 Ha / Jam (dari tabel 8 — 27)

Sewa alat yang diperlukan ialah D 6 D, 140 HP dilengkapi dengan :

1.	Rome KG Blade	Rp. 19.281,25 / Jam
2.	Rome KG Blade & Winch	Rp. 21.518,75 / Jam
3.	Fleco rake	Rp. 19.568,75 / Jam
4.	Rome harrow TRH 20 -- 30	Rp. 21.443,75 / Jam
	Biaya rata-rata / Jam	Rp. 20.456,25 / Jam
		(tahun 1979)

Jadi biaya produksi :

Jenis pekerjaan	Kapasitas alat 100% efficiency Ha / Jam D 6 D	Jam / Ha	Biaya produksi Rp. / Ha
1. Membabad (Underbrushing)	0,67	1,49	1,49 x Rp. 21.518,75 = Rp. 32.062,94
2. Memotong pohon-pohon (Cutting)	0,36	2,78	2,78 x Rp. 21.518,75 = Rp. 59.822,13
3. Menumpuk (Piling)	0,40	2,50	2,50 x Rp. 19.568,75 = Rp. 48.921,88
4. Membakar (Burinig)	0,60	1,67	1,67 x Rp. 19.568,75 = Rp. 32.679,81
5. Membajak (Herrowing)	0,60	1,67	1,67 x Rp. 21.443,75 = Rp. 35.811,06
			Total biaya per ha = Rp. 209.297,82

Jadi biaya seluruhnya :

2.500 Ha x Rp. 209.297,82	= Rp. 523.244.550,–
500 Ha x (Rp. 209.297,82 - Rp. 35.811,06)	
	= Rp. 86.743.380,–
Total A	= Rp. 609.987.980,–
Biaya tak terduga 5% A	= Rp. 30.499.396,50
Jumlah B	= Rp. 640.487.326,50
Keuntungan 5% B	= Rp. 32.024.366,33
Jumlah seluruh biaya	= Rp. 672.511.963,–

Banyaknya alat yang dipergunakan :
Waktu pelaksanaan = 6 bulan = 150 hari, 1 minggu = 6 hari
Bila satu hari 10 Jam kerja untuk membabad dan memotong pohon-pohon dan 15 Jam untuk menumpuk, membakar dan membajak maka

a. Waktu Operasi menjadi :

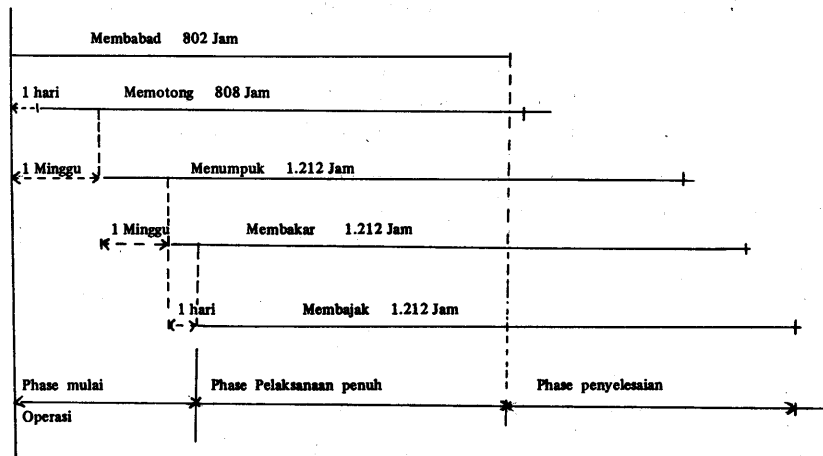
	100% Efficiency	59% Efficiency
1. Membabad	(150 – 2 x 6 +2) x 10 = 1.360 Jam	802 Jam
2. Memotong pohon	(150 – 2 x 6 + 1) x 10 = 1.370 Jam	808 Jam
3. Menumpuk	(150 – 2 x 6 + 1) x 15 = 2.055 Jam	1.212 Jam
4. Membakar	(150 - 2 x 6 + 1) x 15 = 2.055 Jam	1.212 Jam
5. Membajak	(150 – 2 x 6 + 1) x 15 = 2.055 Jam	1.212 Jam

Mengingat : Kesediaan alat untuk dipakai = 95%

Kecakapan operator = 75%
Efficiency waktu kerja 50 menit / Jam = 83%
maka Total efficiency = 0,95x 0,75 x 0,83 = 0,59 = 59%

b. Banyaknya alat yang dipergunakan :

Jenis pekerjaan	Traktor	Kapasitas Ha / Jam	Luas Lahan (Ha)	Target Ha / Jam	Armada alat
1. Membabad	D 6 D	0,67	3.000	$\frac{3.000}{802} = 3,74$	$\frac{3,74}{0,67} = 5,58 \sim 5$
2. Memotong pohon	D 6 D	0,36	3.000	$\frac{3.000}{808} = 3,71$	$\frac{3,71}{0,36} = 10,31 \sim 10$
3. Menumpuk	D 6 D	0,40	3.000	$\frac{3.000}{1.212} = 2,48$	$\frac{2,48}{0,40} = 6,20 \sim 6$
4. Membakar	D 6 D	0,60	3.000	$\frac{3.000}{1.212} = 2,48$	$\frac{2,48}{0,60} = 4,13 \sim 4$
5. Menbajak	D 6 D	0,60	2.500	$\frac{2.500}{1.212} = 2.06$	$\frac{2,06}{0,60} = 3,43 \sim 3$
					Jumlah alat 28 Unit

Terlihat dari hitungan pembulatan jumlah alat yang perlu adalah pembulatan kebawah, hal ini dapat diatur dengan pengaturan operasi yang baik.
Penentuan alat-alat juga dapat dicari alat mana yang akan memberikan biaya per ha yang termurah apakah D 6 , D 7, D 8 atau D 9, sebaiknya semua biaya per ha dibandingkan untuk tiap-tiap Jenis pekerjaan, tetapi pelaksana kadang-kadang mempunyai pikiran yang lebih jauh kedepan misalnya memakai Truck berkapasitas 12 ton lebih ekonomis menurut pembiayaan pada suatu proyek tapi setelah proyek selesai truck seberat itu tidak dapat berjalan dijalan raya karena tidak diizinkan, maka dipilih truck berkapasitas 5 ton saja, meskipun biayanya akan agak mahal untuk proyek tersebut, tetapi penggunaan selanjutnya menguntungkan.
Dari perhitungan diatas maka Schedule pelaksanaan dapat dibuat :

Contoh 2 :

Pada proyek irrigasi diminta untuk memperbaiki saluran-saluran sebagai berikut :
- Saluran primer perlu digali sebanyak 935.600 m^3
- Saluran drainage dan sungai yang ada perlu digali sebesar: 1.318.240 m^3

Diminta menyelesaikan pekerjaan dalam waktu 36 bulan. Pekerjaan harus dilakukan dengan alat berat.
Berapakah biaya yang diperlukan dan banyaknya alat yang dibutuhkan?
Jenis tanah adalah tanah liat yang tidak terlalu keras, bila basah akan menjadi lunak. Tanah cukup ditumpuk dipinggir saluran untuk penanggulan.

Jawab :

a. Akan dipergunakan Crawler Excavator JCB 807 B dengan data-data sebagai berikut :
Kapasitas sendok (bucket) = 0,95 m^3
Roda rantai lebarnya 914 mm dengan Low ground pressure = 0,292 kg / cm^2 < 2 kg/ cm^2 = beban yang diizinkan diatas tanah lunak (soft clay)

Dari tabel 8 – 12 (a) didapat : Produksi = 161 m^3/Jam..
Sudut perputaran lengan = 120^0 }
Faktor kedalaman gali = 60% } Faktor = 0,81 [tabel 8 – 12 (b)]

Faktor keadaan tempat pekerjaan cukup }
Management alat dinilai cukup } Faktor = 0,65[tabel 8 – 12 (c)]

Alat bekerja selama 50 menit tiap jam jadi Faktor efficiency

kerja = $\frac{50}{60}$ = 0,833

Jadi Hasil Produksi sebenarnya :
P = 161 x 0,81 x 0,65 x 0,833 = 70,61 m^3 / Jam

Jam kerja yang diperlukan = $\frac{(935.600 + 1.318.240)\ m^3}{70,61\ m^3/\text{Jam}}$

= 31.919,56 Jam kerja

Waktu tersedia = 36 bulan = 36 x 25 x 10 Jam (2 shift)
= 9.000 Jam

Jadi alat yang diperlukan $= \frac{31.919,56}{9.000} = 3,55$ diambil 4 buah alat

mengingat kemungkinan gangguan cuaca dan perbaikan alat yang diperlukan.
Sewa Crawler Excavator JCB 807^B = Rp. 10.365 / Jam
1. Maka biaya yang diperlukan untuk sewa alat :

Sewa Crawler Excavator JCB 807^B = Rp. 10.365,– / Jam
1. Maka biaya yang diperlukan untuk sewa alat :
   4 x 9.000 x Rp. 10.365,—/ Jam = Rp. 373.140.000,–
2. Biaya tidak terduga :
   5% x Rp. 373.140.000,- = Rp. 18.657.000,—
   Jumlah = Rp. 391.797.000,—
3. Keuntungan :
   5% x Rp. 391.797.000,— = Rp. 19.589.850,–
   Jumlah seluruhnya = Rp. 411.386.850,—

Jadi biaya 1 m³ galian $= \frac{\text{Rp. } 411.386.850,-}{3.189.440}$ = Rp. 128,98

b. Bandingkan dengan perkiraan biaya dengan tenaga manusia. Dari tabel 3 — 8 didapat untuk kedalaman rata-rata 3,00 m, hasil kerja buruh diambil 0,75 m³ / Jam

Maka Jam kerja yang diperlukan $= \frac{(935.600 + 1.318.240)\ m^3}{0,75\ m^3\ /\ Jam}$
= 3.005.120 Jam

Waktu tersedia 9.000 Jam
Jadi tenaga yang diperlukan $= \frac{3.005.120}{9.000} = 333,9 \sim 350$ orang

Biaya pekerjaan = 350 x 9.000 x Rp. 200,—/ Jam
= Rp. 630.000.000,— belum ditambah biaya tidak terduga dan keuntungan pelaksana.
Dalam perhitungan diatas belum termasuk biaya persiapan pekerjaan dan pembuatan jalan sementara untuk alat berat mencapai tempat pekerjaan.

Contoh 3 :

Pada pelaksanaan pembuatan jalan sepanjang 30 km lebar 6,00 m harus diberi lapisan Bituminous Surface Course,Grading A setebal 6 cm. Hotmix dibeli dari Hotmix plant dengan harga Rp. 27.000,– / ton. Jarak Hotmix plant ke jalan yang dibangun 10 km, truck angkutan harus disediakan sendiri. Pekerjaan harus selesai 2 bulan = 50 hari kerja. Hitunglah biaya pelaksanaan jalan diatas.

Jawab :

a. Alat-alat yang diperlukan untuk pekerjaan diatas :
   1. Sweeper untuk menyapu jalan agar bersih.
   2. Kompressor untuk meniup debu.
   3. Asphalt distributor untuk menaruh tack coat RC - 3
   4. Dump truck untuk mengangkut hotmix
   5. Finisher untuk meletakkan lapisan hotmix
   6. Pneumatic roller untuk menggiling pertama kali, berat 12 ton
   7. Tandem roller untuk menggiling terakhir agar permukaan halus dan rata, berat 12 ton.

b. Urutan pekerjaan :
   1. Mula-mula permukaan yang akan diberi lapisan hotmix dibersihkan dahulu dengan sweeper yang ditarik wheel traktor kemudian ditiup dengan kompressor agar bersih.
   2. Setelah bersih. Asphalt distributor melapis permukaan dengan prime coat RC - 3 sebanyak 0,60 l / m²
   3. Kemudian Dumptruck mengangkut Hotmix dan mengisikan ke dalam finisher.
   4. Finisher menaruh hotmix.
   5. Hotmix mula-mula digiling dengan pneunatic roller 10 ton yang mempunyai sifat kerja kneading action atau meremes-meremes agar padat.
   6. Kemudian digiling dengan tandem roller 10 ton agar permukaan menjadi rata dan halus.

C. Daftar pemakaian alat : setelah dihitungan cara-cara yang diterangkan terdahulu maka diperoleh :

Jenis alat	Sewa / Jam
1. Sweeper + traktor penarik, lebar sweeper = 2 m	Rp. 4.500,–
2. Kompressor 125 CFM	Rp. 3.050,–
3. Dump truck 5 ton	Rp. 4.950,–
4. Finisher, lebar 3,00 m	Rp. 7.500,–
5. Pneumatic roller 10 ton	Rp. 7.750,–
6. Tandem roller 10 ton	Rp. 5.400,–
7. Generator set 50 Kw	Rp. 3.600,–
8. Jeep	Rp. 2.000,–
9. Speda motor	Rp. 250,–

d. Jarak angkut : truck sebagaimana diketahui ke ujung terdekat 10 km ke ujung akhir 40 km jadi jarak angkut :

$l = \frac{40 + 10}{2} = 25$ km rata-rata,

Kecepatan truck diperkirakan rata-rata = 40 km / Jam.

e. Perhitungan produksi alat :

1. Sweeper ditarik traktor kecepatan 10 km / Jam = 5.500 m^2 / Jam (sudah dihitung dimuka)
2. Kompressor 125 CFM = 125 Ft^3 / menit
   = 472 x 125 cm^3 / sec = 59.000 cm^3 / sec = 0,059 m^3 / sec
   = 213 m^3 / Jam, produksi kerja sama dengan diatas 5.500 m^2 / Jam, karena kompressor meniup kotoran setelah disapu oleh sweeper.
3. Truk mengangkut bolak-balik memerlukan $\frac{25}{40} \times 2 = 1{,}25$ Jam. Menurunkan muatan dan mengisi muatan = 2 menit = 0,03 Jam.
   Jadi Produksi kerja 1 truck = 5 ton / 1,25 + 0,03 Jam
   = 5 ton / 1,28 Jam = 3,91 ton / Jam
4. Finisher mempunyai produksi kerja P = 25 ton / Jam (diperoleh dari Spesifikasi alat-alat)
5. Pneumatic roller 10 Ton :
   Produksi kerja $P = \frac{W\,S\,E}{N} \times p = \frac{1{,}8 \times 5.000 \times 0{,}833}{6} \times 0{,}06$

= 74,97 m^3 / Jam
= 1.249,5 m^2 / Jam

W lebar roller = 1,80 m
S kecepatan = 5 km / Jam
E = Efficiency = 50 menit / Jam = 0,833
N = Jumlah lewat 6 kali
P = tebal yang dipadatkan 6 cm

6. Tandem roller 10 ton :
   $P = \frac{WSE}{N} \times p = \frac{1{,}5 \times 5.000 \times 0{,}833 \times 0{,}06}{8}$
   = 46,86 m^3 / Jam
   = 780,94 m^2 / Jam

f. Bahan :
Luas permukaan jalan = 30.000 x 6 = 180.000 m^2
Volume hotmix terpasang = 30.000 m x 6 m x 0,06m
= 10.800 m^3
Berat hotmix = 10.800 x 2,325 ton / m^3 = 25.110 ton
Harga bahan seluruhnya = 25.110 x Rp. 27.000,–
= Rp. 677.970.000,–

g. Jam kerja alat dan sewanya :

		Jam kerja	Sewa	
1.	Sweeper	$\frac{180.000}{5.500}$ = 32,73 ∿ 33 Jam	33 Jam x Rp. 4.500,–	= Rp. 148.500,
2.	Kompressor	33 Jam	33 Jam x Rp. 3.050,–	= Rp. 100.650,–
3.	Dump truck	$\frac{25.110}{3,91}$ = 6.421,99 ∿ 6.422 Jam	6.422 Jam x Rp. 4.950,–	= Rp. 31.788.900,–
4.	Finisher	$\frac{25.110}{25}$ = 1.004,4 ∿ 1.005 Jam	1.005 Jam x Rp. 7.500,–	= Rp. 7.537.500,-
5.	Pneumatic roller	$\frac{180.000}{1.249,5}$ = 144,06 ∿ 144 Jam	144 Jam x Rp. 7.750,–	= Rp. 1.116.000,-
6.	Tandem roller	$\frac{180.000}{780,94}$ = 230,49 ∿ 231 Jam	231 Jam x Rp. 5.400,–	= Rp. 1.247.400,-
7.	Generator set	± 60 hari x 12 Jam / hari = 720 Jam	720 Jam x Rp. 3.600,–	= Rp. 2.592.000,–
8.	Jeep	60 hari	8 x 60 Jam x Rp. 2.000,–	= Rp. 960.000,
9.	Sepeda motor	60 hari	8 x 2 x 60 Jam x Rp. 250,–	= Rp. 240.000,-
			Jumlah sewa	= Rp. 45.730.950,

h. Jumlah alat yang dipakai :

Lamanya kontrak kerja : 60 hari
Untuk mobilisasi : 10 hari
Untuk pengaspalan : 50 hari = 50 x 10 Jam / hari
= 500 Jam kerja

	Jenis alat	Jam kerja alat	Banyaknya
1.	Sweeper	33 Jam	1 buah
2.	Kompressor	33 Jam	1 buah
3.	Dump truck	6.422 Jam	$\frac{6.422}{500}$ = 12,84 ∿ 13 buah
4.	Finisher	1.005 Jam	$\frac{1.005}{500}$ = 2 buah
5.	Pneumatic roller	144 Jam	1 buah
6.	Tanden roller	231 Jam	1 buah
7.	Generator set	720 Jam	1 buah

i. Upah buruh :

– 1 orang superintendent 60 hari @ Rp. 1.500 / Jam
Rp. 720.000,–
– 2 orang pengawas lapangan 60 hari @ Rp. 750 / Jam
Rp. 360.000,–
– 8 orang penjaga keamanan 60 hari @ Rp. 300 / Jam
Rp. 1.728.000,–
– Upah operator & kenek termasuk sewa alat
Jumlah Rp. 2.808.000,–

Jadi Biaya proyek seluruhnya :

1. Bahan	Rp. 677.970.000,–
2. Sewa alat-alat	Rp. 45.730.950,–
3. Upah	Rp. 2.808.000,–
Jumlah A	Rp. 726.508.950,–
Biaya tak terduga 10% x A	Rp. 72.650.895,–
Jumlah B	Rp. 799.159.845,–
Keuntungan 6% x B	Rp. 47.949.590,70
Biaya seluruhnya	Rp. 847.109.435,70
dibulatkan	Rp. 847.109.436,–

k. Time schedule

Waktu pelaksanaan adalah sebagai berikut :

		MINGGU KE												
	Jenis Pekerjaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Keterangan
1	Persiapan	—												
2	Pengaspalan dg Hotmix		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Alat-alat berat untuk pekerjaan khusus :
1. Traktor keruk ((Amphibious selfpropelled cutter suction pumping dredger) :
Alat berat ini dibuat khusus untuk mengeruk lumpur, dengan cara menyedot dengan pipa dan menyalurkannya ketempat yang dikehendaki. Bahan dan alat ini menyerupai track dozer dengan roda rantai yang sangat lebar dan dapat berjalan diatas lumpur. (Seperti tank amphibi). Di Proyek pengairan Jatiluhur dipakai untuk mengeruk saluran-saluran drainage di sebelah pantai yang berawa-rawa.
Yang kecil beratnya 14,5 ton, mempunyai kapasitas menyedot lumpur 15 – 20 m^3 / Jam dapat mengeruk lumpur sedalam 2 m dan lebar 3,2 m kecepatan gerak 2 km / Jam.
Alat berat ini berukuran lebar 4,4 m, panjang 13,45 m, yang sedang beratnya 85 ton, kapasitas sedot 80 – 120 m^3 / Jam, hasil kerukan 3m lebar dan lebar 10 m, kecepatan gerak 1 km / Jam. Ukuran badan lebar 8,7 m, panjang 22,5 m.
Harganya buatan negeri Belanda yang berukuran besar type IHC beaver 1000, kekuatan pompa 700 HP, Cutterpower = 120 HP, pipa sedot ϕ = 350 mm lengkap dengan segala peralatannya Rp. 370.822.160,- pada tahun 1978. Kapasitas sedot standard = 560 m^3 / Jam, bila efficiency diambil 75% maka kapasitas sedot sebenarnya 0,75 x 560 = 420 m^3 / Jam.
2. Ripper, alat untuk mengeruk batu.
Alat ini mamakai Track, dozer type D 8 keatas, karena yang akan digaruk adalah batu. Sering dipakai pada pembuatan jalan raya yang melalui daerah batu.
Alat pengeruk bentuknya seperti bajak.
Produksi alat berdasarkan cara sederhana :
Waktu yang diperlukan untuk bergerak sambil menggaruk 1,6 km / Jam sudah diperhitungkan selip dan terhenti sebentar sewaktu-waktu.
Alat garuk lebarnya 910 mm (satu gigi)
Cengkraman kuku masuk sedalam 61 cm.
Diperkirakan panjang pengerukan 91 m, maka waktu yang diperlukan satu kali lewat :

$$\frac{91\text{ m}}{26{,}7\text{ m / menit}} + 0{,}25 \text{ (waktu putar alat berat)}$$

$$= 3{,}41 \text{ menit} + 0{,}25 \text{ menit} = 3{,}66 \text{ menit.}$$

Bila effciency kerja 45 menit / Jam maka hasil kerja setiap Jam = $\frac{45}{3{,}60}$ =

12,3 kali lewat / Jam.
Jadi Produksi kerja = 91 m x 0,9 m x 0,6 m x 12,3 = 604 m^3 / Jam.
Produksi kerja tergantung dari kekerasan batu.

bab IX

Mobilisasi & Demobilisasi

Mobilisasi adalah pekerjaan persiapan sebelum proyek dimulai, sedang demobilisasi adalah pembongkaran dan pemulangan setelah proyek selesai.
Biaya mobilisasi dan demobilisasi tergantung dari besar kecilnya proyek kondisi setempat, jauh dekatnya letak proyek tersebut dan jenis proyek
a. Mobilisasi dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu :
i. Mobilisasi tenaga kerja :
Selain dari tenaga-tenaga yang telah tersedia, kadang-kadang pelaksana harus mencari tenaga kerja baru untuk mencukupi keperluan tenaga kerja baik tenaga berpendidikan tinggi, operator-operator alat berat, tenaga administrasi, tenaga untuk satuan pengamanan proyek, juru masak, tenaga medis dan lain sebagainya yang tentunya memakan waktu sampai 2 ∿ 3 bulan atau lebih. Biaya transport, penginapan, makan dan perumahan harus disediakan untuk mereka semuanya yang tentu jumlahnya tidak sedikit.
ii. Mobilisasi alat-alat :
Alat-alat memelukan pengangkutan ketempat pekerjaan baik melalui laut, jalan darat dan udara.
Bila alat-alat tidak terdapat didalam negeri terpaksa kita harus mendatangkannya dari luar negeri yang cukup memakan waktu, kadang-kadang sampai 3∿6 bulan.

Untuk mendapatkan bayangan berapa besar biaya untuk mobilisasi maka dibawah ini diuraikan perinciannya :
Letak proyek di Tapanuli selatan, jarak dari pelabuhan Medan kurang lebih 450 km, demikian pula dari pelabuhan Padang jauhnya hampir sama.
Diambil keputusan untuk mobilisasi melalui Medan karena fasilitas pelabuhan lebih lengkap dan keadaan jalan dan jembatan tidak seberat dari jurusan Padang . Proyek adalah pembuatan jalan raya.
Biaya proyek sebesar Rp. 6.000 juta atau 6 milyard, biaya untuk mobilisasi Rp. 480.000.000,– atau 9,6% dengan perincian sebagai berikut (tahun 1978) :

1.	Perumahan & kantor konsultan	Rp.	30.000.000,–
2.	Perumahan, kantor, gudang, bengkel untuk Pelaksana	Rp.	20.000.000,–
3.	Laboratorium	Rp.	20.000.000,–
4.	Alat komunikasi, SSB, motorolla & antenne	Rp.	15.000.000,–
5.	Kendaraan untuk staff dan karyawan Konsultan dan Pelaksana	Rp.	80.000.000,–
6.	Sub camp	Rp.	5.000.000,–
7.	Sewa lapangan untuk tempat bahan dan alat-alat untuk 3 tahun.	Rp.	40.000.000,–
8.	Generator	Rp.	30.000.000,–
9.	Pondasi-pondasi Stone crusher dan Asphalt Mixing Plant	Rp.	25.000.000,–
10.	Penyediaan air untuk perumahan dan lain-lain	Rp.	15.000.000,–
11.	Transport alat-alat berat dan lain-lain	Rp.	100.000.000,–
12.	Transport mobilisasi para karyawan	Rp.	30.000.000,–
13.	Pembuatan jalan masuk ke quarries	Rp.	40.000.000,–
14.	Biaya tidak terduga	Rp.	30.000.000,–
	Jumlah	Rp.	480.000.000,–

Jadi tampak biaya mobilisasi ditempat yang jauh sangat besar, tetapi bila proyek itu letaknya di Jakarta maka biaya mobilisasi sangat murah.

b. Demobilisasi :
Biaya untuk pekerjaan ini tentu tidak seberat mobilisasi yang terbanyak adalah biaya transport peralatan ke tempat asal atau bila mujur mendapat pekerjaan pelaksanaan yang letaknya dekat tentu ongkosnya tidak terlalu besar.

bab X

Eskalasi Harga

Proyek-proyek yang besar dan memakan waktu lama sampai 3 atau 4 tahun waktu penyelesaian biasanya sudah disediakan rumus- rumus untuk mengatasi bilamana ada kenaikan harga, baik karena inflasi maupun sebab lain seperti misalnya kenaikan harga BBM atau kenaikan mendadak dari satu jenis bahan yang diperlukan .
Biasanya harga-harga bahan, alat-alat ataupun upah diambil sebagai harga patokan adalah ketika para pelaksana sedang menghitung harga tender dan ini dianggap sebagai harga nol atau harga permulaan.
Harga-harga didapat dari tempat-tempat dimana kita membeli bahan tersebut dan harga-harga itu harus harga asli dari pabrik, jadi harga belum ditambah ongkos angkut dan lain-lain yang tentunya menyebabkan harga menjadi berlainan ditiap daerah.
Untuk upah buruh harus diambil upah-upah yang dicatat oleh Biro pusat Statistik Jakarta. Harga bahan bakar resmi dari Pertamina.
Dibawah ini disajikan data harga nol dari upah, bahan dan alat-alat untuk suatu proyek jalan dan jembatan, tabel 10 –1.
Terlihat dari tabel besi tulangan diambil rata-rata karena banyaknya bahan hampir sama, sedang untuk bahan bakar tidak diambil rata-rata karena pemakaian solar dan pelumas tidak sama jumlahnya dan harganya

Tabel 10 – 1 : BASIS INDEX UNTUK MENENTUKAN HARGA K (FAKTOR ESKALASI) HARGA-HARGA PADA TGL 20 MEI 1977

No	URAIAN	SIMBOL	INDEX	KETERANGAN
1.	UPAH BURUH	L_0	937,931	$\frac{1.081,10 + 1.001 + 731,70}{3}$ = Rp. 937,931 UPAH RATA-RATA PER HARI
2.	PORTLAND SEMEN	C_0	895,500	Harga / kantong = Rp. 895,50
3.	Besi tulangan ASTM Grade 40	S_0	122,500	$\frac{110 + 120 + 125 + 135}{4} = 122,50$ Harga rata-rata per kg yang berlainan
4.	Bahan bakar dan Pelumas	F_0	36,730	Solar Rp. 25 / l Pelumas Rp. 259,64 / l F_0 = 95% Solar + 5% Pelumas = 23,75 + 12,98 = 36,73
5.	Aspal	A_0	133,250	Cutback asphalt US $ 153,0 / ton Asphalt semen US $ 119,5 / ton $A_0 = \frac{153 + 113,5}{2} = 133,25$
6.	Alat-alat berat	ER_0	59.226,50	D_7 dozer @ US $ 99.045,– loader @ US $ 58.304,– Dump truck @ US $ 15.865,38 Jeep @ US $ 7.596,15 Tire roller @ US $ 29.200,– Asphalt distributor @ US $ 21.425,– Stone crusher @ US $ 183.150,– Total US $ 414.585,53 $ER_0 = \frac{\text{US \\$ } 414.585,53}{7} = 59.226,50$ Untuk mengatasi kenaikan seku cadang

berbeda banyak.

Upah buruh diambil rata-rata karena kenaikannya biasanya berdasarkan prosentase yang sama.

Data-data upah dan harga ini harus data-data otentik dan dilampirkan pada tabel 10 – 1, yang diberikan kepada pihak pemberi kerja secara resmi.

Rumus-rumus eskalasi biasanya sudah ada didalam dokumen-dokumen tender diserahkan.

Contoh rumus-rumus itu disajikan dibawah ini :

1. Untuk pekerjaan betonan.

$$K_A = 0,15 + 0,30\frac{L_t}{L_o} + 0,35\frac{C_t}{C_o} + 0,20\frac{ER_t}{ER_o}$$

2. Untuk pekerjaan beton bertulang.

$$K_B = 0,15 + 0,15\frac{L_t}{L_o} + 0,60\frac{S_t}{S_o} + 0,10\frac{ER_t}{ER_o}$$

3. Untuk pekerjaan tanah.

$$K_C = 0,15 + 0,25\frac{L_t}{L_o} + 0,15\frac{F_t}{F_o} + 0,45\frac{ER_t}{ER_o}$$

4. Untuk pekerjaan pengaspalan (hotmix).

$$K_D = 0,15 + 0,20\frac{L_t}{L_o} + 0,10\frac{F_t}{F_o} + 0,25\frac{A_t}{A_o} + 0,30\frac{ER_t}{ER_o}$$

Harga-harga K_A, K_B, K_C dan K_D adalah Faktor-faktor eskalasi yang akan dikalikan dengan harga-harga satuan (unit prices).

Karena penagihan pembayaran pekerjaan yang telah diselesaikan dan diterima baik oleh pengwas pekerjaan dilakukan setiap bulan maka, faktor-faktor eskalasipun harus ditentukan tiap bulan.

Cara membuat rumus-rumus eskalasi :

Kita tinjau sebuah rumus untuk pekerjaan beton bertulang :

$K_B = 0,15 + 0,15\frac{L_t}{L_o} + 0,60\frac{S_t}{S_o} + 0,10\frac{ER_t}{ER_o}$ jumlah dari coefficient-coefficient adalah 0,15 + 0,15 + 0,60 + 0,10 = 1, apakah artinya ?

Artinya ialah bahwa biaya beton bertulang yang jumlahnya 1 atau 100% terdiri dari 0,15 = 15% Upah buruh (L), 0,60 = 60% besi beton (S), 0,10 = 10% biaya sewa alat-alat berat, pemecah batu, angkutan (ER) dan 0,15 = 15% lain-lain hal yang tidak ada kenaikan biaya.

Contoh :

Buatlah rumus eskalasi untuk pekerjaan beton bertulang sebanyak 1.000 m^3 bila menurut perhitungan-perhitungan perinciannya sebagai berikut :

a. Bahan :		Biaya	Prosentase
1. Semen			
6.160 kantong @ Rp. 2.500,–	= Rp.	15.400.000,–	6,58%
2. Pasir			
742.760 ton @ Rp. 1.500,–	= Rp.	1.114.140,–	kecil sekali
3. Batu pecah			
1.259.720 ton @ Rp. 2.000,–	= Rp.	2.519.440,–	kecil sekali
4. Air			
163.630 l @ Rp. 100,– / m^3	= Rp.	16.363,–	kecil sekali
5. Besi tulangan			
200.000 kg @ Rp. 500,–	= Rp.	100.000.000,–	42,74%
6. Kayu cetakan			
300 m^3 @ Rp. 75.000,–	= Rp.	22.500.000,–	9,62%
7. Paku 4.000 kg @ Rp. 500,–	= Rp.	2.000.000,–	kecil sekali
b. Upah buruh	= Rp.	58.000.000,–	24,79%
c. Alat-alat, sewa seluruhnya	= Rp.	1.000.000,–	kecil sekali
Jumlah	= Rp.	202.549.943,–	
d. Tidak terduga			
10% x Rp. 202.549.943,–	= Rp.	20.254.994,30	8,66%
Jumlah	= Rp.	222.804.937,30	
e. Keuntungan			
5% x Rp. 222.804.937,30	= Rp.	11.140.246,87	4,76%
Jumlah seluruhnya	= Rp	233.945.184,–	100%

Jadi terlihat dari prosentase biaya ada prosentase yang kecil sekali sehingga kenaikan harga akan sangat kecil pengaruhnya.
Harga satuan atau unit beton bertulang :

$$\frac{\text{Rp. } 233.945.184,-}{1.000} = \text{Rp. } 233.945,- / m^3$$

Jadi biaya yang ada eskalasi cukup berarti ialah :

1. Semen (C)	6,58 %
2. Besi tulangan (S)	42,75%
3. Kayu (T)	9,62%
4. Upah buruh (L)	24,79%
5. Biaya tak terduga	8,66%
6. Keuntungan	4,76%
Jumlah	97,16%
7. lain-lain	2,84%
Jumlah seluruhnya	100%

Biaya tidak terduga dan keuntungan tidak diberikan eskalasi jadi jumlah lain-lain menjadi : 8,66% + 4,76% + 2,84% = 16,26%
Rumus eskalasi menjadi :

$$K_B = \frac{6,58}{100}\frac{C_t}{C_o} + \frac{42,75}{100}\frac{S_t}{S_o} + \frac{9,62}{100}\frac{T_t}{T_o} + \frac{24,79}{100}\frac{L_t}{L_o} + \frac{16,26}{100}$$

$$K_B = 0,07\frac{C_t}{C_o} + 0,43\frac{S_t}{S_o} + 0,10\frac{T_t}{T_o} + 0,25\frac{L_t}{L_o} + 0,15$$

Dimana : C_t dan lain-lain adalah harga pada bulan tertentu

C_o dan lain-lain adalah harga pada saat tender dibuat

Demikianlah rumus itu dibuat sehingga kenaikan-kenaikan harga dapat disesuaikan segera

Berapakah harga beton bertulang bila mana bulan berikutnya harga-harga mendapat kenaikan sebagai berikut :
Harga : Semen @ Rp. 2.750,– / kantong
Besi beton @ Rp. 600,– / kg
Kayu cetakan @ Rp. 80.000,– / m^3
Upah buruh tidak ada kenaikan
Maka faktor eskalasi menjadi :

$$K_B = 0,07\frac{C_t}{C_o} + 0,43\frac{S_t}{S_o} + 0,10\frac{T_t}{T_o} + 0,25\frac{L_t}{L_o} + 0,15$$

$$K_B = 0,07\frac{2.750}{2.500} + 0,43\frac{600}{500} + 0,10\frac{80.000}{75.000} + 0,25 + 0,15$$

$$= 0,08 + 0,52 + 0,11 + 0,25 + 0,15 = 1,11$$

Jadi Harga beton bertulang menjadi seharga :
1,11 x Rp. 233.945,– = Rp. 259.678,95 / m^3

Bilamana pekerjaan pada bulan berikutnya itu diselesaikan 100 m^3 terpasang dan diterima pengawas pekerjaan maka pembayaran bulanan yang diterima adalah 100 x Rp. 259.678,95 = Rp. 25.967.895,–
Tetapi bila bahan-bahan sudah dibeli sebelum ada kenaikan maka, eskalasi harga biasanya tidak diberikan.

bab XI

Konstruksi Baja

Menghitung biaya :

Termasuk dalam pekerjaan ini ialah menghitung biaya pembikinan yaitu memotong dan mengelas serta membuat lobang-lobang baut, yang kedua ialah biaya mendirikan konstruksi baja tersebut.
Pekerjaan kontraktor pada umumnya hanya mendirikan sedang pembikinannya dilakukan dibengkel konstruksi yang mempunyai peralatan lengkap seperti alat las otomatis, mesin pembuat lobang, mesin potong dan lain lain.
Biaya untuk pekerjaan ini termasuk :

- Biaya mengangkut bahan-bahan yang cukup berat, ke bengkel konstruksi
- Biaya pembuatan dibengkel konstruksi dan pengecatan dasar
- Biaya pengangkutan dari bengkel konstruksi ke tempat pekerjaan
- Biaya mendirikan bangunan baja

Biasanya pondasi-pondasi sudah dipersiapkan terlebih dahulu setelah gambar pelaksanaan disetujui sementara bangunan baja dibuat dibengkel Pekerjaan ini hampir selalu melibatkan alat-alat berat seperti derek pengangkut, truck trailer, mesin las listrik, mesin bor, kompressor, dan lain-lain.

Daftar bahan :
Bahan biasanya dibeli berdasarkan tonage, namun daftar bahan harus dibuat selengkap mungkin termasuk mutu (grade of steel), jenisnya apakah I, L atau [dan lain-lain, juga batang-batang untuk las, baut-baut Daftar bahan-bahan biasanya harus termasuk bahan-bahan sebagai berikut :

Untuk jembatan :

- Bagian-bagian kerangka (truss) : batang tegak, batang diagonal, batang atas dan batang bawah.
- Batang-batang pemikul,
- Landasan-landasan

Portal :

- Bagian-bagian portal
- Konstruksi penguatan (bracings)
- Kerangka lantai (bila bertingkat), balok-balok pemikul, bahan penutup lantai.
- Baut-baut

Bangunan pabrik :

- Tiang-tiang lengkap dengan baut-baut pondasi
- Kerangka kuda-kuda dengan baut-bautnya
- Balok rel keran pengangkat
- Kerangka dinding
- Konstruksi penguatan (bracings)
- Lain-lain

Kerangka atap :

- Batang bawah dan batang atas
- Batang tegak dan batang diagonal
- Batang-batang penguatan (cross bracing dan diagonal bracing)
- Pemikul atap (purlins)
- Bagian-bagian kecil lainnya

Setiap bagian batang harus diberi nomor agar tidak keliru, juga beratnya masing-masing sehingga akhirnya jumlah berat seluruh bangun diketahui Paku-paku keling harus ditaksir beratnya berdasarkan jumlah sebenarnya ditambah 10% kehilangan-kehilangan yang mungkin terjadi.
Biasanya untuk 1 ton baja profil diperlukan 20 sampai 30 buah paku keling.

Daftar 11 – 1 menyajikan berat paku keling berdasarkan ukurannya :

Diameter	Berat 100 buah paku keling (kg)
$\frac{1}{2}$" = 12,7 mm	9,09
$\frac{5}{8}$" = 15,9 mm	13,64
$\frac{3}{4}$" = 19,1 mm	22,73
$\frac{7}{8}$" = 22,2 mm	45,45
1" = 25,4 mm	56,82

Ukuran-ukuran paku keling dalam metrik ialah : 11, 14, 17, 20, 23, 26 mm.
Juga baut-baut harus dihitung banyaknya ditambah 5% untuk kehilangan-kehilangan yang mungkin.
Untuk setiap ton baja propil diperlukan 3 sampai 10 baut sementara Untuk hubungan-hubungan baut permanen diperlukan 15 sampai 30 baut berkekuatan tinggi (high strength bolt) setiap ton dari propil bangunan.

Tabel 11 – 2 menyajikan berat bagian-bagian yang ikut serta untuk setiap bagian konstruksi :

Bentuk profil	Paku keling atau Baut (%)	Bagian-bagian detail konstruksi (%). Pelat penghubung dan lain-lain
Kolom	3 – 4	10 – 15
Balok pemikul	1 – 2	5 – 20
Balok pemikul bersusun	5 – 6	10 – 12
Kerangka atap	3 – 4	15 – 20

Berat kerangka baja untuk bangunan pabrik dengan lebar (span) 5 m sampai 7,5 m tanpa keran pengangkat biasanya sekitar 50,50 – 75,75 kg tiap m^2, bila terdapat keran pengangkat beratnya sekitar 60,6 kg – 101 kg tiap m^2 luas bangunan.

Berat rel keran pengangkat biasanya sekitar 224 kg tiap m' untuk yang ber kapasitas 10 ton dengan lebar (span) bangunan 12 m, dan sekitar 596,36 kg tiap m' untuk kapasitas keran 30 ton dengan lebar bangunan 24 m.
Harap diperhatikan bahwa untuk gerakan keran sepanjang 1 m diperlukan rel sepanjang 2 m dengan balok pendukungnya.
Berat kerangka bangunan bertingkat dengan beberapa lantai sekitar 32,13 – 64,27 kg tiap m^3 volume bangunan.
Jadi perhitungan kasar dapat dilakukan sebagai berikut :
Berapa biaya kasar sebuah gudang kerangka baja berukuran 7,5 m lebar x 50 m panjang ?
Banyaknya baja yang diperlukan = 7,5 m x 50 m x 75,75 kg / m^2 = 28.406,25 kg
Harganya = 28.406,25 kg x Rp. 500,– / kg = Rp. 14.203.125,–
Belum termasuk biaya mendirikannya
Atap atau dinding bergelombang :
Pelat tipis bergelombang yang dilapis dengan lapisan anti karat (galvanized) biasa dipakai untuk atap atau dinding .
Terdapat bermacam-macam ukuran panjang lebar, tebalnya dan gelombangnya. Ukuran panjang yang normal 1,5 m sampai 3,6 m dengan selisih-selisih 0,30 m.

Ukuran lebar yang normal 60 cm sampai 90 cm.
Tinggi gelombang antara 1,25 cm sampai 2 cm, jarak puncak gelombang antara 6,35 cm sampai 7,50 cm, akan tetapi masih banyak lagi bentuk-bentuk lain.
Sambungan tumpang sisi (lap) antara lapisan untuk dinding biasanya 5 cm atau satu gelombang, sedang atap 1,5 gelombang atau 9 cm.
Sambungan tumpang ujung (end lap) biasanya 10 cm untuk dinding sedang atap antara 15 cm sampai 20 cm.
Berat atap gelombang berlapis anti karat (balvanized) :
Untuk yang tebal 2,75 mm – 26,41 kg /m^2, (GA 12).
Untuk yang tipis 0,44 mm – 4,19 kg /m^2, (GA 29).
Ukuran-ukuran yang lainnya ada diantara kedua ukuran diatas.
Jarak kerangka atap atau dinding menentukan panjang dari atapnya, misalnya jarak rangka (Purlin) 0,60 m dipakai atap yang panjangnya 1,50 m.
Alat pengikat untuk dinding biasanya memakai baut khusus dengan jarak 40 cm masing-masing dan jarak 30 cm maximum untuk atap.
Biasanya diperlukan baut atap sekitar 0,98 sampai 2,00 kg setiap 10 m^2

Harga pelat seng gelombang (1980) untuk BWG 18 @ Rp. 3.000,–/lembar ditoko.
keperluan atap gelombang untuk luas 10 m^2 dihitung sebagai berikut :

$$N = \frac{10\,W\,L}{(W - S)(L - E)}$$

dimana N = Keperluan atap untuk luas 10 m^2
W = Lebar atap (m)
L = panjang atap (m)
S = Sambungan tumpang (m) pinggir
E = Sambungan tumpang (m) ujung
Jadi berat atap = N x Satuan berat atap kg / m^2

Jendela-jendela rangka baja :
Jendela-jendela ini bermacam-macam ukurannya dan biasanya diberi kaca. Jendela ini biasanya type jendela putar (pivot type). Jendela ini dibaut kepada kerangka dinding.

Cat :
Cat yang diperlukan sekitar 1,85 l sampai 3,785 l setiap ton rangka baja untuk satu kali mengecat.
3,785 l (1 gallon) dapat mengecat seluas 37 m^2 dengan kecepatan 1 sampai 2 jam setiap ton baja.

Konstruksi baja berukuran kecil luasnya sekitar 33 m^2 – 42 m^2/ton
Konstruksi baja berukuran sedang luasnya sekitar 23 m^2 – 33 m^2 /ton
Konstruksi baja berukuran besar luasnya sekitar 16,25 m^2 – 23 m^2/ton

Buruh :
Tenaga buruh yang diperlukan tergantung dari ketrampilan masing-masing buruh, jenis pekerjaannya, dipakainya alat-alat berat untuk membantu, tepatnya pembuatan dipabrik, cuaca dan keadaan tempat pekerjaan.
Buruh biasanya diperlukan untuk pekerjaan :

1. Untuk menaikkan dan menurunkan ditempat pekerjaan.
2. Untuk mendirikan, memindahkan dan mengambil dari derek pengangkat.
3. Untuk memasang baut-baut sementara.
4. Untuk memasang baut-baut, paku keling atau mengelas.
5. Untuk pengecatan.
6. Untuk memasang atap gelombang, dinding-dinding, jendela dan pintu dan lain-lain.

Buruh untuk membongkar dan memuat ke truck-truck untuk dibawa kelapangan pekerjaan dilakukan oleh 2 orang atau lebih dengan tangan dan alat pengangkat (derek).
Mendirikan bangunan baja dilakukan oleh keolmpok buruh yang akhli yang bekerja dibawah seorang mandor, yang biasanya terdiri dari 1 orang foreman, 1 atau 2 buah keran dan 3 sampai 6 orang buruh konstruksi baja.

Pekerjaan mengeling dikerjakan oleh 1 atau 2 keolmpok yang terdiri dari 4 orang masing-masing (1 orang tukang memanaskan, 1 orang tukang pegang dan 2 orang tukang keling.)Seorang pembantu kadang-kadang diperlukan untuk setiap 3 atau 4 kelompok tukang keling yang melayani kompressor dan selangnya (hose).

Memasang baut dilakukan oleh 1 atau lebih kelompok kerja terdiri dari 2 orang atau 4 orang tukang pasang baut setiap kelompok, seorang pembantu melayani kompressor juga diperlukan seperti pada pekerjaan pengelingan.

Pengelasan dikerjakan oleh 1 atau lebih kelompok kerja terdiri dari 1 atau 2 orang setiap kelompok. seorang pembantu diperlukan setiap 2 orang tukang las.
Pengecatan dikerjakan oleh kelompok tukang cat mulai dari atas kebawah, satu atau 2 orang diperlukan untuk membantu yang berdiri diatas lantai.

Atap gelombang atau dinding dan jendela-jendela serta pintu-pintu dikerjakan pemasangannya oleh 1 atau 2 kelompok atau lebih terdiri dari 2 atau 4 orang setiap kelompok, bila bahan harus diangkat dengan derek maka diperlukan tambahan pekerja lagi. Kadang-kadang pemasangan jendela-jendela dikerjakan oleh orang-orang yang khusus.

Bagian-bagian konstruksi baja harus dibagi sedemikian rupa agar pengangkatan dan pengangkutannya mudah, misalnya kuda-kuda dibagi menjadi 2 bagian atau lebih, sedang kuda-kuda yang besar hampir dipasang seluruhnya dilapangan sebelum diangkat.

Sebelum menaksir berapa banyaknya tenaga buruh dan alat apa yang dipakai terlebih dahulu dipelajari metoda pemasangannya dan dipelajari beratnya masing-masing bagian.

Pemasangan bangunan kerangka baja dengan kuda-kuda pendukung atap, adalah sebagai berikut :
Mula-mula dipasang tiang-tiangnya dahulu yang harus disipat datar dan

diberi tiang-tiang penyokong (bracing), setelah itu baru dipasang batang-batang penghubung tiang-tiang, lalu kuda-kuda dinaikkan setelah disetel terlebih dahulu, kemudian dipasang batang-batang pemikul atap (purlins).

Setelah terpasang semua bagian kerangka baru dipasang baut-baut dan paku keling yang diperlukan. Setelah itu baru di cat. Selesai mengecat baru dipasang atap dan dinding serta jendela-jendela dan pintu.

Pondasi-pondasi beton biasanya di cor dan selesai 2 minggu sebelum rangka baja tiba dilapangan, namun baut-baut pondasi sudah dikirim terlebih dahulu, agar tidak kehilangan banyak waktu, dan sudah ditanam di dalam pondasi.

Jembatan-jembatan baja yang sedang ukurannya dipasang dulu kerangkanya diluar pondasi-pondasinya kemudian diangkat dan diletakkan diatas pondasi, tetapi bila ukuran jembatan itu besar sekali maka pemasangan kerangka sebatang demi sebatang dengan derek berjalan atau dipasang dengan " cara cantilever " dimana kerangkanya menahan beratnya sendiri agar tidak jatuh.

Pada tabel 11 – 1 dan 11 – 2 disajikan keperluan tenaga buruh untuk memasang derek pengangkat dan tenaga buruh yang diperlukan untuk mengangkat dan memasang kerangka baja.

TABEL 11 – 3 : Jam kerja yang diperlukan untuk alat-alat :

Jenis pekerjaan	Jam kerja
Derek dengan tiang (gin pole) pakai tali jangkar, membongkar dari truck dan mendirikan	24 – 44
Memindahkan dipermukaan tanah	12 – 24
Membongkar dan memuatkan	8 – 20
Derek dengan tiang pakai tali jangkar (ukuran kecil), bongkar dari truck & menaikkan	12 – 24
Memindahkan dipermukaan tanah	6 – 12
Membongkar dan memuatkan	6 – 10
Derek dengan tali (guy derrick), ukuran besar, membongkar dari truck dan mendirikan	36 – 80
Memindahkan dipermukaan	10 – 20
Memindahkan vertikal (1 tingkat)	16 – 36
Membongkar dan memuat	16 – 36
Derek dengan kaki diikat (stiffleg derrick), 25 ton, membongkar dari truck & mendirikan	120 – 240
Membongkar dan memuat	60 – 120
Derek dengan kaki diikat, 10 ton, membongkar dari truck & mendirikan	50 – 100
Membongkar dan memuat	24 – 42
Derek, 5 ton, membongkar dan mendirikan	12 – 24
Membongkar dan memuat	6 – 16
Kompressor udara, portable, diesel, listrik, tenaga gas.	
Memasang	1 – 2
Membongkar	1 – 2

Catatan : semua jenis derek pengangkat diatas terbuat dari susunan tiang kayu dengan kabel-kabel dan besi-besi pengaku. Pengangkat beban dapat dengan mesin atau tangan

TABEL 11 – 4 : Jam kerja yang diperlukan untuk mengangkat dan memasang konstruksi baja.

Jenis pekerjaan	Jam kerja tiapton baja
Menaikkan muatan ke truck dan dari truck keatas tanah, dengan derek bila perlu rata-rata	1 – 2 (1,3 – 1,5)
Mendirikan, memasang baut dan menyipat datar saja :	
Pondasi	3 – 6
Tiang-tiang	4 – 8
Balok-balok mendatar, biasa	3 – 6
Balok-balok mendatar, special	4 – 8
Balok susunan pelat (plate girders)	3 – 6
Balok, jalanan keran	3 – 6
Batang penguat atas Kolom (knee bracing)	6 – 10
Pelat lantai	4 – 8
Memasang, baut-baut, batang-batang penarik, pelat-pelat jangkar (anchor plate)	2 – 4
Besi siku penguat, batang pemikul atap (purlin), rangka dinding	4 – 8
Rangka lobang cahaya	6 – 12
Rangka ruang atas atap	6 – 14
Rangka jendela atap	6 – 12
Rangka pintu	8 – 16
Kuda-kuda atap	5 – 12
Menara transmisi radio	16 – 30
Bangunan penyebrangan (light steel trestles)	12 – 24
Kerangka baja untuk power plant	10 – 16
Bangunan pabrik (kuda-kuda, atap, dinding)	4 – 12
Bangunan bertingkat (bangunan-bangunan kantor)	3 – 10

Alat-alat :

Alat yang dipergunakan tergantung dari besar kecilnya bangunan baja dan tergantung dari alat pengangkat apa yang dipunyai oleh kontraktor.

Tetapi alat-alat biasanya terdiri dari alat-alat sebagai berikut :

– Untuk membongkar muatan dan mengangkutnya ke tempat pekerjaan :

  Derek pengangkat, baik dengan tangan maupun dengan mesin.
  Alat-alat tangan, konci-konci pas dan lain-lain.
  Truck-truck trailer, dan truck biasa.

– Untuk mendirikan bangunan baja :

  Derek pengangkat yang sesuai kapasitasnya.
  Bahan bakar dan minyak pelumas.
  Kabel-kabel dan tali manila.
  Blok dan takel.

Baut-baut, turnbuckles dan alat-alat tangan.
Bangunan kantor dan gudang sementara.

Untuk pekerjaan mengeling :
Paku-paku keling.
Alat-alat mengeling, palu keling tekanan udara dan lain-lain,
Selang-selang udara.
Alat pengangkat dengan tangan.
Steger.
Kompressor dengan bahan tenaganya (listrik atau diesel)

Untuk pekerjaan las :
Batang-batang las
Mesin las
Alat-alat untuk mengelas dengan tangan.
Steger
Derek tangan.
Gas untuk mengelas dalam tabung-tabung baja.
Tenaga listrik untuk las listrik.

Untuk pekerjaan dengan baut-baut :
Baut dengan pelat baut dan mur-murnya.
Konci-konci putar atau mesin pemasang baut.
Kompressor.
Selang-selang angin dan hubungan-hubungannya.
Derek tangan.
Steger (scaffold)
Bahan bakar untuk kompressor.

Untuk pekerjaan mengecat :
Cat
Koas-koas, ember-ember, tempat cat, alat semprot cat, dan alat-alat tukang cat lainnya, derek tangan.
Tangga, steger kecil, korsi tukang cat.

Diperlukan kira-kira 750 l bahan bakar untuk mendirikan 30 sampai 50 ton rangka baja .

Diperlukan kira-kira 750 l bahan bakar untuk memasang 400 sampai 600 buah paku keling.

Macam-macam derek yang dipakai sesuai dengan kebutuhannya :
- Keran dengan jalan rel, lengan angkat 12 – 30 m panjangnya.
- Keran dengan roda rantai, lengan angkat 6 – 22 m panjangnya.

- Derek dengan kaki diikat, (stiffleg derrick) bermacam-macam kapasitas.
- Derek dengan tali (guy derrick).
- Derek-derek tangan.
- Blok dan takel.

Derek kecil dengan kapasitas 5 ton atau kurang dapat digerakkan dengan tangan.

Pada tabel 11 – 5 disajikan jam kerja yang diperlukan untuk pekerjaan memasang baut, mengeling dan pekerjaan-pekerjaan lain-lainnya.

TABEL 11 – 5 :

Jenis pekerjaan	Jam kerja
Pemasangan baut sementara (3 – 7 baut tiap ton)	5 – 7 Setiap 100 buah baut
Pemasangan paku keling (20 – 40 paku keling tiap ton) dengan tenaga angin ;	
– Diatas tanah, pekerjaan mudah	6 – 10 Setiap 100 buah kelingan
– Kuda-kuda	7 – 12 Setiap 100 buah kelingan
– Bangunan kantor kerangka baja	10 – 15 Setiap 100 buah kelingan
– Bangunan pabrik	10 – 13 Setiap 100 buah kelingan
– Bangunan penyebrangan dan menara	14 – 20 Setiap 100 buah kelingan
Pemasangan paku kelingan dengan tangan :	
– Pekerjaan mudah	12 – 16 Setiap 100 buah kelingan
– Pekerjaan sukar	16 – 25 Setiap 100 buah kelingan
Memasang baut-baut (15 – 30 baut setiap ton)	3 – 7 Setiap 100 buah baut
Mengelas (1,5 – 3 m las 6 mm tebal, setiap ton)	14 – 30 Setiap 30 m
Mengecat, satu lapis :	
– Kerangka berat	0,5 – 0,9 tiap ton
– Kerangka sedang	0,7 – 1,4 tiap ton
– Kerangka ringan	1 – 2 Tiap ton
Memasang dinding gelombang dan atap dipasang dirangka kayu :	
– Tebal 0,45 mm (Ga 26) dan yang lebih tipis	0,54 – 1,62 setiap 10 m^2
– Tebal melebihi o.45 mm	1,08 – 2,16 Setiap 10 m^2
– Asbes	3,24 – 6,48 Setiap 10 m^2
lapisan anti panas dan anti embun dibawah atap	2,16 – 4,32 Setiap 10 m^2
Pemasangan bubungan, lembah atap, las pinggir atap	2 – 6 Setiap 30 m
Balok-balok baja :	
– Balok pemikul (joist), tinggi 10 cm – 20 cm	0,15 – 0,30 setiap batang
– Balok pemikul, tinggi 20 cm – 30 cm	0,25 – 0,50 setiap batang 2 – 4 setiap 30 m
Kerangka tegak dinding, ringan, 1,5 kg / m ' atau kurang	0,06 – 0,15 setiap batang 1 – 2 setiap 30 m
Kerangka tegak dinding, berat, 3 kg / m' atau lebih	0,12 – 0,25 setiap batang 1,2 – 2,5 setiap 30 m
Lapisan penjepit dinding dibawah atau diatas	3 – 6 setiap 30 m
Jendela-jendela kerangka baja, hanya memasang saja	3,24 – 12,95 setiap 10 m^2 luas lobang.
Mengecat atau mendempul celah-celah	2 – 5 setiap 30 m atau setiap batang
Memasang jendela-jendala dan mendempul celah-celah	5,40 – 10 80 setiap 10 m^2

Contoh :

Hitunglah anggaran biaya untuk membangun pabrik dan konstruksi baja berukuran 18 m x 31,5 m, tingginya 6 m dari atas lantai ke bagian bawah kuda-kuda. Bangunan mempunyai 8 kuda-kuda berjarak 4,5 m dengan bentang 18 m.
Batang penguat menyilang dipasang antara kuda-kuda kedua dan ketiga dan antara kelima dan keenam, pada dinding antara tiang-tiang dan dibawah atap serta langit-langit. Harga bangunan Rp. 600,– / kg. ditempat pekerjaan .

Jawab :

Rencana kerja :

Bangunan terletak dipinggir jalan kereta api. Membongkar muatan dari gerbong kereta api, mendirikan, memasang baut sementara, dan menyipat datar dilakukan oleh 1 orang mandor, 1 orang operator derek, 4 orang pekerja bangunan baja dengan sebuah keran pengangkat bermesin diesel berkapasitas 6 ton dengan lengan angkat yang panjangnya 12 m.
Kabel-label pengikat baja dan alat-alat tangan dipergunakan pada pekerjaan ini.
Pemasangan paku keling dilakukan oleh 4 orang (1 orang yang memanaskan, 1 orang tukang memegang keling (catcher) dan 2 orang tukang keling) lengkap.dengan alat-alat pemanas, sebuah kompressor, 30 m selang udara, dan alat-alat tangan lainnya
Pengecatan dilakukan oleh 3 orang tukan cat dengan menggunakan penyemprot cat, tangga ,dan lain-lain.
Berat bangunan baja + 55,96 ton dihitung dari gambar pelaksanaan, dimana setiap batang dihitung berat dan dijumlahkan (gambar tidak dilampirkan).
Untuk membongkar muatan, mendirikan bangunan, pemasangan baut sementara dan menyipat datar diperlukan waktu 7 jam kerja setiap ton untuk kuda-kuda seberat 13,22 ton atau 93 jam kerja.
Untuk pekerjaan lainnya seberat Jam kerja 42,74 ton diperlukan ± 6 jam kerja setiap ton, atau 256,44 jam kerja.
Jumlah jam kerja 350 jam atau 58, 35 jam kerja kelompok yaitu $\frac{350}{6}$

Tabel perhitungan volume konstruksi baja* :

Banyaknya batang	Ukuran	Panjang m	Berat / m' kg	WF, I, [kg	L kg	Pelat kg	Paku keling kg	Jumlah (kg)
22	Tiang-tiang WF 200 x 350 (colums)	6,00	64,11	8.600,00				
	Detail 15%					1.290,00		
	Paku keling 4%						344,00	10.234,00
22	Balok dinding 250 x 100 (wall beams)	4,50	25,35	2.550,00				
	Detail 10%					255,00		
	Paku keling 3%						77,27	2.881,82
	Penguat silang dinding (wall bracing)							
8	L 50 x 50 x 6	7,50	4,77		290,91			
16	L 50 x 50 x 6	3,75	4,77		290,91			
	Detail 10%					59,09		
	Paku keling 3%						18,18	659,09
120	I kerangka dinding, 14 (wall girts)	4,50	12,23	6.709,09				
	Paku keling 4%						268,18	6.977,27
	Sebuah kuda-kuda (truss)							
4	L 125 x 80 x 9	10,50	15,51		661,36			
4	L 75 x 75 x 6	5,79	7,31		170, 45			
2	L 75 x 75 x 6	7,01	7,31		102,27			
4	L 75 x 60 x 6	5,79	6,71		154,55			
4	L 75 x 60 x 6	2,74	6,71		72,73			
4	JL 75 x 60 x 6	2,40	6,71		65,91			
4	L 50 x 50 x 6	2,90	4,77		54,55			
4	L 60 x 50 x 6	1,20	5,37		27,27			
1	JL 50 x 50 x 6	4,50	4,77		22,73			
	Jumlah				1.331,82			
	Detail 20%					265,91		
	Paku keling 4%						54,55	(1.652,27)
(8)	Kuda-kuda				10.654,55	2.127,27	436,36	13.218,18
(16)	Penguat atas kolom (kree bracing) :							
32	L 90 x 75 x 9	3,30	11,78.		1.247,73			
	Paku keling 4%						50,00	1.297,73
	Batang pendukung atap (purlins)							
182	I 14	4,50	18,64	15.511,36				
	Detail 10%					1.552,27		
	Paku keling 3%						465,91	17.529,55
	Batang penguat atas kuda-kuda (Upper chord bracing)							
16	L 50 x 50 x 6	6,60	4,77		513,64			
	Detail 10%					52,27		
	Paku keling 3%						15,91	581,82
	Batang penguat bawah kuda-kuda (Lower chord bracing)							
4	L 100 x 75 x 8	7,50	10,73		327,27			
8	L 100 x 75 x 8	6,00	10,73		525,00			
20	L 100 x 75 x 8	4,50	10,73		981,82			
4	L 50 x 50 x 6	8,23	4,77		156,82			
8	L 50 x 50 x 6	7,50	4,77		290,91			
	Jumlah				2.281,82			
	Detail 10%					227,27		
	Paku keling 3%						68,18	2577,27
	Ringkasan :							
	Kuda-kuda				10.654,55	2.127,27	436,36	13.218,18
	Konstruksi lainnya			33.370,45	4.625,00	3.436,36	1.309,09	42.740,91
	Jumlah			33.370,45	15.279,55	5.563,64	1.745,45	55.959,09

* Catatan :
Tabel perhitungan ini hanya menunjukkan salah satu cara menghitung volume setepat-tepatnya

Pemasangan paku keling di taksir + 25 buah paku keling setiap ton jadi seluruhnya 25 x 55,96 = 1.399 buah.
Pemasangannya memerlukan waktu 12 jam kerja setiap 100 buah paku keling atau = 3 jam kerja kelompok, jadi seluruhnya 42 jam kerja kelompok.
Pengecatan memerlukan waktu 1,15 jam kerja tiap ton jadi seluruhnya 64,35 jam kerja atau 21,45 jam kerja kelompok.
Data jam kerja diatas keambil dari tabel 11 – 4

Bahan :

– Harga bahan selutuhnya

55,96 ton x Rp. 600,– x 1.000	= Rp. 33.576.000,–
– Paku keling 25 buah / ton	
1.339 buah @ Rp. 150,– / buah	= Rp. 209.850,–
– Baut & murnya komplit	
+ 250 buah @ Rp. 200,– / buah	= Rp. 50.000,–
– Cat 3.785 l / ton x 55,96 = 212 l x 2 kali	
@ Rp. 1.500,–	= Rp. 636.000,–
Jumlah	= Rp. 34.471.850,–

Upah buruh :

– Kelompok kerja membongkar muatan, mendirikan dan pasang baut sementara dan menyipat datar	
(Rp. 400,– + 4x Rp. 350,–) x 58,35 jam	= Rp. 105.030,–
– Pemasangan paku keling	
(Rp. 350,– x 4) x 42 Jam kelompok	= Rp. 58.800,–
– Mengecat	
(Rp. 350,– x 3) x 21,45 Jam kelompok	=Rp. 22.522,50
Jumlah	= Rp. 186.352,50

Alat-alat :

– Sewa derek Rp. 14.000 / jam x 58,35 jam	= Rp. 816.900,–
– Kompressor dengan peralatannya	
– Rp. 2.500,– / jam x 42 Jam	= Rp. 105.000,–
– Alat-alat tangan dan alat pemanas paku keling, palu paku keling tangga, steger ditaksir seluruhnya	= Rp. 50.000,–
Jumlah	= Rp. 971.900,–

Jadi jumlah biaya :

— Bahan	= Rp.	34.471.850,—
— Upah buruh	= Rp.	186.352,50
— Alat-alat	= Rp.	971.900,—
Jumlah A	= Rp.	35.630.102,50
Biaya tak terduga 10% A	= Rp.	3.563.010,20
Jumlah B	= Rp.	39.193.112,70
Keuntungan 10% B	= Rp.	3.919.311,27
Jumlah biaya seluruhnya	= Rp.	43.112.423,97
dibulatkan	= Rp.	43.112.424,—

Catatan : Biaya alat-alat tangan, tangga dan steger dapat lebih diperinci bila dikehendaki, sewa alat-alat sudah termasuk pengangkutan bolak-balik

DAFTAR PUSTAKA

1.– PENGALAMAN KERJA

2.– CONSTRUCTION EST. AND COST. PULVER

3.– CATERPILLAR PERFORMANCE HANDBOOK, edition 9

4.– KERTAS KERJA PENYUSUNAN ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN JALAN & JEMBATAN DIR. JEN. BINAMARGA, DEPT. P. U.

5.– SEMINAR LAND CLEARING 1979. P. T. TRAKINDO UTAMA

6.– PERHITUNGAN PRODUCTION CAPACITY UNTUK PROYEK JATILUHUR.
JCB 418 DAN SCB 807B. P. T. SARANG TEKNIK

7.– INGERSOLL RAND. COMPACTION DATA HANDBOOK

8.– PBI 1971.

9.– BETON TULANG, PROF. IR. ROOSSENO

10.– SATUAN UPAH & BAHAN BANGUNAN JULI 1980.

11.– SATUAN HARGA PENAWARAN ALAT-ALAT BERAT FEBR. 1978

12.– BAHAN KULIAH ITB 1962.

13.– ARCHITECTURAL GRAPHIC STANDARDS. RAMSEY & SLEEPER

14.– HANDBOOK OF HEAVY CONSTRUCTION, HAAVERS & STUBBS.

15.– STRUCTURAL STEEL DETAILING, AISC.